Optimização do Processo de Manutenção na CaetanoBus, S.A.

Rui Pedro Duarte Ascensão

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. João Oliveira Neves

Orientador na CaetanoBus, S.A.: Engenheira Mónica Sá

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2010-07-05

Aos meus Pais e Avós,

Resumo

O projecto abordado nesta dissertação refere-se à Optimização do Processo de Manutenção na empresa CaetanoBus, S.A. – empresa de fabrico de carroçarias para autocarros. Através deste projecto pretendia-se dar solução à falta de controlo de custos no departamento de Manutenção e redefinir as manutenções preventivas em execução nos equipamentos e instalações, com vista à redução dos custos de manutenção curativa e preventiva.

A primeira fase do trabalho passou pela construção de ferramentas de monitorização dos custos do departamento de Manutenção. De seguida foram criadas as bases para que os processos de manutenção fossem reformulados. Tornou-se assim necessário actualizar todo o inventário de equipamentos existentes na empresa e reformular a codificação do número técnico dos equipamentos, adequando-a à realidade actual da empresa.

Depois de analisado o histórico existente de avarias, procedeu-se a uma tipificação das avarias nos equipamentos e a estudos fiabilísticos dos vários modos de falha dos equipamentos.

Reunidas as condições para que o programa de manutenção preventiva fosse reestruturado, foram divididos os trabalhos em 5 grandes tarefas:

- Estudo dos equipamentos passíveis de manutenção preventiva;
- Criação de listas de tarefas adequadas a cada tipo de equipamento;
- Calendarização das operações de manutenção preventiva;
- Imputação dos custos de manutenção preventiva às respectivas ordens;
- Reestruturação do módulo de manutenção do sistema SAP.

Com vista a uma maior responsabilização dos colaboradores para com os seus equipamentos, foi criado um sistema de manutenção preventiva de 1º nível para um conjunto de equipamentos.

Finalmente foram revistos e criados procedimentos de trabalho para que o sistema de manutenção preventiva e a gestão de equipamentos fossem regularizados, assegurando a sua perenidade.

A realização deste trabalho tornou possível ajustar o programa de manutenções preventivas às necessidades da empresa, aumentando a fiabilidade dos equipamentos através da realização de manutenções preventivas adequadas quer nas instruções indicadas, quer nas periodicidades de inspecção estabelecidas, reduzindo assim os custos de manutenção curativa. Através da responsabilização dos operadores dos equipamentos pela sua manutenção preventiva, foi possível reduzir os custos que o departamento de Manutenção proporcionava com este tipo de actividade, nomeadamente a mão-de-obra.

Maintenance Process Optimization

Abstract

The project presented in this dissertation refers to Maintenance Process Optimization in the CaetanoBus, S.A. Company – a bus bodies factory. This project was intended to provide a solution to the lack of costs control in the company Maintenance department and redefine the preventive maintenances in execution for the existing equipments and installations, targeting the cut of curative and preventive maintenance costs.

The first step of this work has been the construction of tools of monitoring the costs in the Maintenance department. After that, the bases needed to maintenance processes reformulation have been created. It became necessary to update all the company equipments inventory and reformulate the technical number codification, bringing it forward and aligned with the company reality.

After the analysis of the existing failures history, the work proceeded towards a typification of failures on the equipments and into reliability studies for a variety of failure modes.

The conditions have been assembled so that the preventive maintenance program could be restructured. This work has been divided in five main tasks:

- Study of the equipments candidates to be part of the program;
- Creation of suitable task lists for each equipment;
- Construction of the preventive maintenance operations calendar;
- Preventive maintenance costs imputation to the orders;
- Restructuration of the preventive maintenance module on SAP.

It has been created a 1st level of preventive maintenance system to a set of equipments in order to target a greater responsibility taken by the employees towards their equipments.

Finally it has been revised and created work procedures so that the preventive maintenance system and equipments management could be standardized and kept that way.

The fulfillment of this work made possible an adjustment to the preventive maintenance program according to company's needs and it has also increased the equipments reliability through the establishment of suitable preventive maintenance actions and inspection periodicities, by reducing the costs of curative maintenance. With employees taking responsibility for the preventive maintenance of their equipments, has been possible to reduce the Maintenance department costs with this activity, in particular costs related to the work force.

Agradecimentos

No âmbito da realização da presente dissertação de mestrado gostaria de agradecer:

À Engenheira Teresa Oliveira, orientadora na empresa durante grande parte do projecto de dissertação, que, apesar das circunstancias, sempre prestou grande disponibilidade, paciência e apoio ao trabalho realizado;

À Engenheira Mónica Sá, orientadora na empresa durante a fase final do projecto de dissertação, pelo apoio e pelos conselhos prestados.

Ao Departamento de Manutenção da CaetanoBus, S.A., por toda a ajuda prestada, vontade de ensinar e amizade demonstrada;

Ao Engenheiro Rui Carvalho, pela ajuda, paciência e ensinamentos prestados relativos ao sistema SAP;

Ao meu orientador, o professor João Oliveira Neves, pela disponibilidade, observações argutas e apoio incansável;

Ao professor Luís Andrade Ferreira pelo indispensável apoio prestado nas questões mais científicas da minha tese;

À CaetanoBus, S.A., não só pela bolsa de estágio disponibilizada, mas também pelo meu acolhimento para desenvolvimento deste trabalho.

Esta dissertação de mestrado representa também o culminar de mais uma fase na minha vida académica. Como tal gostaria de prestar homenagem aos meus pais por me proporcionarem a continuidade dos meus estudos e pelo apoio e amor incondicionais que sempre demonstraram.

Índice de Conteúdos

Siglas

AFNOR – *Association Française de Normalisation*

APCER – Associação Portuguesa de Certificação

D (t) – Função Disponibilidade

E (t) – Esperança Matemática

EN – Norma Nacional

ERP – *Enterprise Resource Planning*

F (t) – Função acumulada de avarias

f (t) – Função densidade de probabilidades de avarias

LCC – *Life Cycle Cost*

M (t) – Função Manutibilidade

MDT – *Mean Down Time*

MTBF – *Mean Time Between Failures*

MTTF – *Mean Time To Failure*

MTTR – *Mean Time To Repair*

MUT – *Mean Up Time*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

R (t) – Função Fiabilidade

RCM – *Reliability Centered Maintenance*

TPF – *Time To Failure*

TPM – *Total Productive Maintenance*

β – Factor de forma

γ – Factor de posição

η – Factor de escala

λ – Taxa de avarias

σ – Desvio-padrão

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

1. Introdução

O presente documento surge em seguimento do Projecto de Dissertação em Empresa, unidade curricular do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O referido projecto foi desenvolvido na empresa CaetanoBus, S.A. (doravante designada também por CaetanoBus), sedeada em Vila Nova de Gaia, distrito do Porto, no período referente ao 2º semestre do ano lectivo 2009/2010. A empresa opera no sector da metalurgia e metalomecânica, mais especificamente no ramo da indústria automóvel, produzindo autocarros Cobus e Caetano para todo o mundo. A CaetanoBus é uma empresa do grupo Salvador Caetano que, apesar de recente, remonta a sua operação ao início da fundação do grupo, contando com mais de 50 anos de experiência no ramo.

Numa empresa que envolve na sua actividade cerca de 450 colaboradores, em que grande parte dos processos são manuais, torna-se necessário criar procedimentos de trabalho eficazes e que proporcionem a eficiência dos colaboradores.

O tema abordado é o da Optimização do Processo de Manutenção, no qual são abordados assuntos como o controlo de custos do departamento e a estruturação de um sistema de manutenção preventiva eficaz.

1.1. O Projecto "Optimização do Processo de Manutenção"

Num ambiente competitivo em que a optimização dos recursos é condição fundamental para a sobrevivência de uma organização, a manutenção dos seus recursos é um dos factores preponderantes na persecução deste objectivo. A Manutenção surge então como função estratégica das organizações, sendo responsável directa pela disponibilidade dos seus activos.

Segundo Wireman (1990), entre 1979 e 1990, os custos em manutenção das empresas norte-americanas aumentaram 10 a 15% ao ano. Em 2002, Komonen afirmava que eram gastos, em média, 5,5% dos lucros em manutenção na Finlândia, ainda que estes valores variassem entre 0,5% e 25%. Estes factos demonstram a importância que as empresas de todo o mundo têm vindo a dar à Manutenção nos últimos anos. Este aumento de importância está associado à evolução dos modelos de gestão, os quais deixaram de encarar a função da Manutenção como o de apenas garantir determinada capacidade produtiva para passar a tomar em consideração os atributos dos bens produzidos, nomeadamente qualidade, preço e prazo.

A CaetanoBus está consciente da importância que o departamento de Manutenção tem na sua organização, pelo que pretende optimizar o seu funcionamento, melhorando os tempos de resposta a situações de avaria dos equipamentos e reduzir os custos do departamento, mantendo sempre altos níveis de fiabilidade nos seus equipamentos.

Como resultados deste projecto espera-se:

- Monitorização dos custos do departamento de Manutenção;
- Redefinição das manutenções preventivas por equipamento;
- Redução de custos em manutenção preventiva e curativa;
- Implementação da manutenção preventiva realizada pelos colaboradores (1º nível).

1.2. Temas Abordados e sua Organização

O presente relatório encontra-se estruturado em 6 capítulos:

1º Capítulo – Introdução – contextualiza-se o projecto na empresa e na actualidade, fazendo referência ao tema e às principais conclusões.

2º Capítulo – Conceitos Teóricos – enquadra-se o tema da Manutenção no mundo industrial, apresentando a sua definição, a evolução histórica do conceito, importância, entre outras características. Neste capítulo faz-se ainda referência aos assuntos que foram estudados no decorrer do projecto de dissertação e que serviram de base para o desenvolvimento do trabalho proposto e para a resolução dos vários problemas que foram surgindo. Estes assuntos foram abordados com base na revisão de literatura de referência em disciplinas relacionadas com o âmbito deste projecto.

3º Capítulo – Apresentação da Empresa – enquadra-se a empresa no grupo Salvador Caetano, explica-se brevemente o processo produtivo e caracteriza-se o departamento de Manutenção, a sua situação inicial e os principais desafios.

4º Capítulo – Trabalho Desenvolvido – neste capítulo são apresentados os trabalhos realizados durante o projecto de dissertação, descrevendo a metodologia adoptada na resolução dos problemas existentes.

5º Capítulo – Resultados Obtidos – são apresentados os resultados referentes a cada um dos trabalhos desenvolvidos, expostos no 4º Capítulo.

6º Capítulo – Conclusões – são apresentados os principais resultados do trabalho desenvolvido, estabelecendo uma comparação entre a situação inicial e final. Relativamente aos trabalhos que ainda não se obtêm resultados visíveis, efectua-se uma perspectiva de quanto a empresa beneficiará com as novas soluções. No final descreve-se o trabalho a realizar no futuro, para que a empresa obtenha resultados mais ambiciosos.

2. A Manutenção no Mundo Industrial

2.1. Definição de Manutenção

A Associação Francesa de Normalização (através da norma AFNOR X 60-010-1994) define manutenção como o conjunto de acções que permitem manter ou restabelecer um bem, num determinado estado específico, ou com a finalidade de assegurar um determinado serviço. Este mesmo organismo define uma boa manutenção quando se asseguram estas acções, da forma mais económica possível.

Recorrendo a outra definição normalizada de manutenção, desta vez através da norma EN 13306:2001 – versão portuguesa, pode-se definir a manutenção como a combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.

Para Moura (1999), uma boa definição de manutenção é a de assegurar, a um custo global mínimo, um sistema em funcionamento, ou restabelecer um equipamento ou instalação face a uma perda de funcionalidade.

2.2. Evolução do Conceito de Manutenção

Segundo Tavares (1998) a história da Manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. Consoante as necessidades que advieram deste desenvolvimento, assistiu-se a uma evolução do conceito de Manutenção, que inicialmente não passava de uma reparação após uma avaria. Com a implantação da produção em série, a alta administração industrial passou a preocupar-se, não só com a correcção de falhas, mas em evitar que estas ocorressem. Desde essa altura assistiu-se a uma grande evolução nos métodos de previsão de falhas, mais tarde conhecidos como manutenções preventivas.

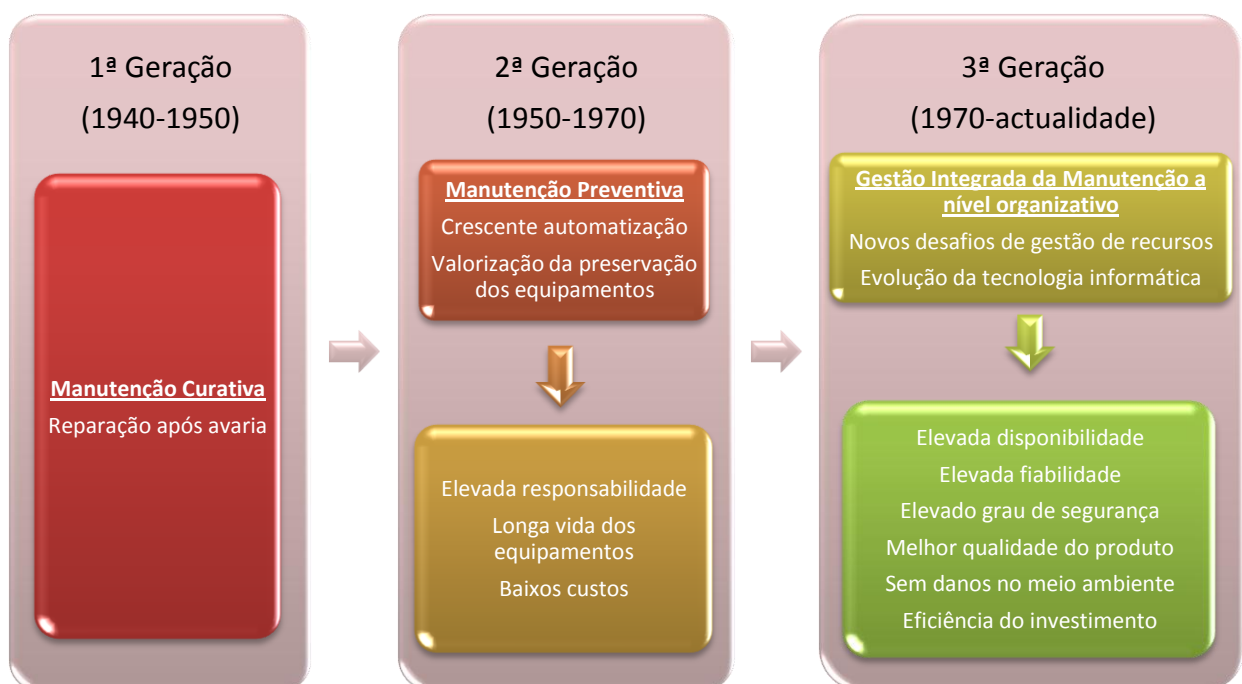



Figura 1 - Evolução do conceito de manutenção
Adaptado de Brito (2003) e Moubray (1997)

Actualmente, as empresas acompanham a crescente automatização (e consequente geração de mais avarias) com uma também crescente orientação para a prevenção, desenvolvendo novas técnicas, políticas e formas de gerir a Manutenção, tornando-a cada vez mais horizontal à organização de uma empresa.

Para informações detalhadas sobre a evolução do conceito de Manutenção, consultar Otani & Machado (2008) e Nakajima (1988).

2.3. Importância da Manutenção numa Empresa

Monchy (1989) realça a importância da Manutenção, definindo-a como elemento chave, quer para a produtividade das indústrias, quer para a qualidade do produto.

No seguimento da evolução do conceito de Manutenção apresentada no ponto anterior, podemos concluir que o impacto económico desta actividade nos resultados de uma empresa tem vindo a aumentar nos últimos anos, assumindo-se hoje como actividade decisiva em termos de competitividade dos negócios, integrando em muitas empresas o próprio Plano Estratégico.

A Manutenção é uma das três funções técnicas vitais das empresas industriais:

Figura 2 - Horizontalidade da Manutenção numa empresa (Ferreira, 1998)

As relações entre Manutenção, Produção e Estudos e Concepção são uma constante no seio de uma empresa, embora na relação Produção-Manutenção existam factores como a qualidade dos produtos, prazos de entrega e rendimento dos equipamentos de produção, que implicam uma concertação permanente nesta relação. Apesar desta horizontalidade que a Manutenção assume numa empresa, devido ao papel que desempenha, ela é obrigada a ter interfaces com praticamente todos os sectores das empresas. (Ferreira, 1998)

Segundo Ferreira (1998), a Manutenção pode assumir 6 funções numa organização:

- Gestão dos Equipamentos – atribuição de nomenclaturas, atribuição de plano de manutenção, gestão de informação, histórico de manutenção;
- Gestão dos Pedidos de Intervenção – presente nas 4 fases de uma intervenção (planificação, programação, execução e relatório);
- Gestão de Stocks – monitorização de movimentos, situação, acções de reserva, recepção e reaprovisionamento;
- Gestão de Compras – pedidos, preparação, controlo e análise;
- Apuramento e Controlo de Custos – análise e apuramento;
- Gestão da Mão-de-Obra.

2.4. Caracterização, Classificação e Tipos de Manutenção

Segundo Ferreira (1998), os objectivos gerais de uma organização de Manutenção, quer na indústria, quer na prestação de serviços, podem ser resumidos a três:

- Segurança das pessoas e bens (nomeadamente o meio ambiente);
- Assegurar os níveis de qualidade;
- Assegurar o custo do produto ou serviço.

Segundo a AFNOR, podem-se distinguir cinco níveis de classificação para os trabalhos de manutenção. Estes cinco níveis são descritos na tabela do anexo A.

Apesar de existirem várias propostas na classificação dos tipos de manutenção (nomeadamente as de Monchy (1989) e Pinto (2002)), existe concordância na divisão do tipo de manutenção em manutenção curativa e preventiva, e na divisão desta última em sistemática e condicionada. No entanto, Monchy (1989) divide a manutenção curativa em dois tipos (paliativa e curativa), enquanto que Pinto (2002) afirma a existência de uma terceira forma de manutenção, distinta da correctiva e preventiva, chamada de manutenção melhorativa. Neste trabalho, optou-se por uma distribuição como a representada na Figura 3.

A política de manutenção que a empresa implementa não se cinge exclusivamente a um destes tipos, sendo definida por um conjunto de acções de diferentes tipos com vista à minimização do custo global. Esta política é condicionada pelas características, condições e idade das instalações ou equipamentos, e também pelos próprios condicionamentos da produção.

Figura 3 - Tipos de Manutenção

2.4.1. Manutenção Curativa

A manutenção curativa caracteriza-se por uma intervenção que ocorre depois de uma avaria ou após a detecção de constrangimentos. Esta pode ser dividida em dois níveis – manutenção paliativa e manutenção curativa. (Monchy, 1989)

A manutenção paliativa realiza-se após a ocorrência de avarias, com o objectivo de repor os equipamentos operacionais no mais breve espaço de tempo. Este tipo de manutenção acarreta elevados custos, grandes períodos de indisponibilidade das instalações e o aumento da possibilidade de produção de bens em não conformidade, provocando a desmotivação dos colaboradores da produção, mas também da Manutenção. Assim sendo, a utilização deste método de manutenção deve limitar-se aos casos em que o tipo de reparações seja de rápida execução e baixo custo, e que sigam as normas de segurança, relativamente a pessoas e bens, aplicando-se aos equipamentos com baixo grau crítico.

A manutenção curativa realiza-se também após a ocorrência de avarias, no entanto a sua preparação e realização é levada a cabo de acordo com um programa bem definido, com níveis de qualidade suficientes para garantir elevados graus de fiabilidade dos equipamentos intervencionados. O método é precedido de uma análise de causas primárias (a fim de se verificar a existência de degradação forçada ou natural) e de um relatório após a ocorrência.

2.4.2. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva caracteriza-se pelo conjunto de acções de prevenção ou antecipação à ocorrência de avarias (Monchy, 1989). Para Xenos (1998), a manutenção preventiva é considerada o coração das actividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas, como inspecções, reformas, trocas de peças, etc. Ela deve ser fundamentada em estudos de viabilidade económica (custo das reparações, das perdas de produção, da manutenção preventiva) e técnica (fiabilidade dos equipamentos e componentes). Existem dois tipos de manutenção preventiva – manutenção sistemática e condicionada. (Cabral, 2006)

A manutenção preventiva sistemática é efectuada em função de um intervalo de tempo definido ou de um número de unidades em funcionamento. Para cada equipamento são definidos os tipos de visita ou inspecções a efectuar, estabelecendo as operações/observações a realizar em cada visita e a sua periodicidade. Este programa é definido com base nos dados do fabricante, nomeadamente nas instruções de manutenção deste, e ajustado com base na experiência dos operadores e trabalhadores de manutenção que estão em contacto directo com o equipamento. Através deste método reduz-se a probabilidade de avarias, obtendo-se a consequente melhoria das condições de segurança e aumento da produção de bens em conformidade. As intervenções e as paragens provocadas são muitas vezes alteradas em função das necessidades de produção. No entanto, este tipo de manutenção apresenta custos elevados, quer pela paragem dos equipamentos, quer pela substituição de matérias, por vezes desnecessária. Do ponto de vista do operador que efectua a manutenção, torna-se desmotivador quando este não tem noção da razão técnica da execução da tarefa. Para além disso, este tipo de manutenção pode originar a ocorrência de avarias imediatamente após as intervenções, devido a erros humanos ou a mau funcionamento de sobressalentes aplicados.

A manutenção preventiva condicionada surge em consequência da existência ou detecção de uma condição ou estado do equipamento, quer por testes/medições não destrutivas, quer por avaliações de condição, realizadas periodicamente. A oportunidade das reparações/ substituições é condicionada pelo conhecimento do estado de funcionamento da máquina e pelo estado de uso dos seus componentes. Este tipo de manutenção comporta quatro fases: detecção do efeito da avaria, análise de tendência, diagnóstico e reparação programada. Os meios que são mais utilizados para a detecção dos efeitos das avarias são o controlo sensorial genérico (barulhos, estado de limpeza, condições de carga), a análise de vibrações (desalinhamentos, rolamentos em mau estado), a análise de óleos (grau de contaminação do óleo), termografia (deficiências na transmissão de calor) e o controlo das variáveis processuais (caudais, velocidades, temperaturas, pressões, intensidades). Este tipo de manutenção traduz-se em custos reduzidos, quer pela reduzida necessidade de efectivos de pessoal, quer pelo aumento da disponibilidade e produtividade das instalações e ainda pela redução do imobilizado em peças e materiais de conservação. No entanto, este método só é aplicável com sucesso em instalações onde exista um sistema de manutenção organizado, exigindo algum equipamento de medição e análise dispendioso bem como uma formação especializada, nomeadamente para a realização do diagnóstico.

2.5. Custos em Manutenção

Como já referido, o impacto económico da Manutenção numa empresa é hoje bastante grande. Baldin *et al.* (1981) estimam que os custos anuais de Manutenção no conjunto dos países industrializados estarão entre os três a cinco por cento do Produto Nacional Bruto, o que conduz a um valor da ordem de 100 a 150.000 milhões de dólares, que à data era semelhante ao Produto Nacional Bruto de países como o Reino Unido. Posto isto, e segundo Ferreira (1998), torna-se imperativo que estes custos tenham de ser considerados no preço final de produção dos bens fabricados ou nos serviços fornecidos. Os custos de Manutenção podem ser directos ou indirectos.

Entende-se por custos de manutenção directos, todos os custos relativos ao funcionamento do serviço de manutenção (mão-de-obra, materiais e serviços). Estes custos são no fundo os custos "visíveis" de manutenção, representados na Figura 4 na zona superior do icebergue. No entanto existem custos "invisíveis" – os custos indirectos – originados pelas perdas de produção imputáveis à manutenção (paragens por avaria ou para intervenções de manutenção). Estes custos estão representados na Figura 4, na zona inferior do icebergue.

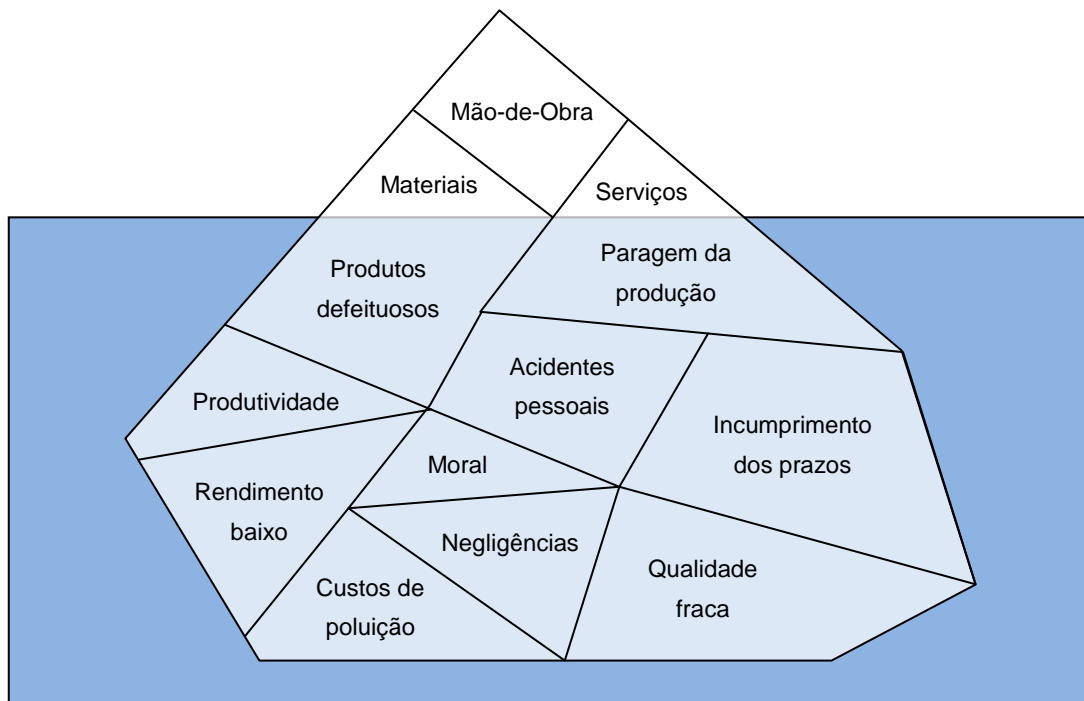



Figura 4 - Icebergue de custos de Manutenção (Cabral, 2006)

Para um maior entendimento sobre o tipo de custos de Manutenção que possam existir numa organização, consultar Ferreira (1998).

2.6. Modelos de Gestão de Manutenção

De forma a dar resposta ao crescimento de negócio e à necessidade de redução de custos, já referenciados anteriormente, foram surgindo, ao longo do tempo, novas ferramentas e estratégias de manutenção. Destas, as que mais se destacaram foram o TPM (*Total Productive Maintenance*) e o RCM (*Reliability Centered Maintenance*). Estes dois modelos de gestão são os mais utilizados na actualidade, por usarem as tecnologias de informação como suporte à

estratégia (nomeadamente para uma gestão proactiva da informação) e para o *benchmarking* no estabelecimento de metas.

2.6.1. TPM

O modelo TPM (Manutenção Produtiva Total) tem como envolvente o conceito do ciclo de vida dos equipamentos – *Life Cicle Cost* (LCC) – que considera os custos de aquisição, utilização, manutenção e abate, e define como objectivo a maximização da disponibilidade dos equipamentos para produção através da meta "zero avarias" com a consequente eliminação das perdas de produção. O indicador apresentado pelo TPM – o OEE (*Overall Equipment Effectiveness)* – é símbolo disso mesmo, sendo calculado através do produto da disponibilidade operacional, com o indicador de desempenho e a taxa de qualidade.

Segundo Nakajima (1988), TPM consiste em:

- Maximização do rendimento operacional global dos equipamentos;
- Colaboração através de actividades voluntárias desenvolvidas em pequenos grupos, para além da criação de um ambiente propício para a condução dessas actividades;
- Participação e integração de todos os departamentos envolvidos, tais como a Programação, a Produção e a Manutenção;
- Envolvimento e participação de todos, desde os elementos da direcção até aos operadores.

Takahashi & Osada (1993) defendem que a TPM pode ser vista como uma forma de manutenção preventiva implementada de uma forma mais vasta. Esta filosofia consiste numa forma de manutenção que pretende integrar a participação de todos os colaboradores da empresa, desde o operador de máquinas ao quadro mais alto da empresa. Venkatesh afirma que, ao envolver os operadores que são responsáveis pelo equipamento, além de se tirar partido do conhecimento de alguém que convive diariamente com o equipamento, se liberta os especialistas destas tarefas, permitindo-lhes preocupar-se com operações mais específicas, possibilitando assim a criação de valor acrescido para a empresa.

Apesar de Nakajima (1988) ter afirmado que a filosofia TPM assentava em cinco pilares, esta é actualmente assente em oito pilares:

- Manutenção autónoma;
- Manutenção planeada;
- Melhoria de equipamentos e processos;
- Gestão antecipada;
- Qualidade,
- TPM *in the office*;
- Formação e treino;
- Segurança e ambiente.

Ainda segundo o mesmo autor, as etapas para a implementação da manutenção autónoma, também conhecida por manutenção preventiva de 1º nível (manutenção preventiva realizada pelos próprios operadores dos equipamentos) são as seguintes:

- Limpeza básica da máquina ou instalação;
- Prevenção da sujidade, melhoria da manutibilidade;
- Padrão de limpeza e serviço;
- Treino de operadores;
- Execução independente pelos operadores;
- Organização e sistematização;
- Consolidação e acompanhamento.

Para mais informações relativas à filosofia TPM, consultar a referência Borris (2006).

2.6.2. RCM

O modelo RCM (em português, Manutenção Centrada na Fiabilidade) tem como objectivo a optimização do binómio custo/eficácia da manutenção através de uma combinação dos factores *políticas* e *custos de manutenção* (mão-de-obra, materiais e stocks). Utiliza uma metodologia própria na qual são identificados, numa primeira fase, as avarias críticas dos equipamentos, de forma sistemática e devidamente estruturada, e as suas consequências na segurança dos bens e pessoas, no ambiente e na continuidade da produção. Numa segunda fase, e através de uma metodologia específica, é determinada a política de manutenção mais vantajosa que deve ser aplicada a cada um dos equipamentos, tendo em conta os riscos assumidos pelas consequências das avarias e os custos (mão-de-obra, peças de reserva, redundâncias). (Pinto, 2002)

Segundo Moubray (1997), a metodologia de análise procura dar resposta às seguintes questões:

- O que faz o sistema e qual a sua função?
- Quais as avarias funcionais que podem ocorrer?
- Quais as consequências previsíveis no caso de ocorrência dessas avarias?
- Qual a importância de cada avaria?
- O que pode ser feito para prevenir a avaria?
- Qual a função de risco associada a cada modo de avaria?
- O que fazer caso não se encontre a medida de melhoria adequada?

Este modelo implica a constituição de grupos de trabalho multidisciplinares e multifuncionais, formados por pessoal proveniente de diversos níveis hierárquicos da Produção e da Manutenção, com formação prévia nesta metodologia e nas técnicas aplicáveis, eventualmente apoiados por especialistas em RCM. As análises RCM efectuadas, resultantes da acção dos grupos de trabalho, conduzem ao estabelecimento dos programas de manutenção a aplicar, à definição de procedimentos mais adequados à operação dos equipamentos e à implementação das alterações e modificações que devem ser efectuadas no equipamento e na sua operação para que determinado equipamento cumpra a sua função no respectivo contexto operacional. (Pinto, 2002)

Para mais informações relativas à filosofia RCM, consultar a referência de Moubray (1997).

2.7. Equipamentos

A eficácia da actuação da Manutenção na reposição em funcionamento de um equipamento, quer no que respeita à rapidez de intervenção, quer no que concerne à qualidade dos trabalhos realizados, depende em muito do conhecimento técnico que se tem dos equipamentos em causa e da informação sobre os acontecimentos ocorridos ao longo da sua vida útil.

Segundo Ferreira (1998), para que a gestão dos equipamentos existentes numa unidade industrial ou de serviços seja correcta, é absolutamente necessário conhecer estes equipamentos com o detalhe necessário para poder, de uma forma rápida e organizada, responder às quatro questões fundamentais em Manutenção:

- Que equipamentos devem ser objecto de manutenção preventiva?
- Como deve ser executada a manutenção?
- Quando se deve fazer a manutenção?
- É a manutenção efectuada de forma técnica e economicamente correcta?

2.7.1. Classificação dos Equipamentos

O conhecimento dos equipamentos passa por criar um inventário do material codificado, analisado e localizado. Devido à existência de uma grande variedade de equipamentos, é necessário o agrupamento por família e a determinação das prioridades e níveis de manutenção, bem como definir as responsabilidades da manutenção dos equipamentos.

Segundo Ferreira (1998), o parque material pode ser classificado da seguinte forma:

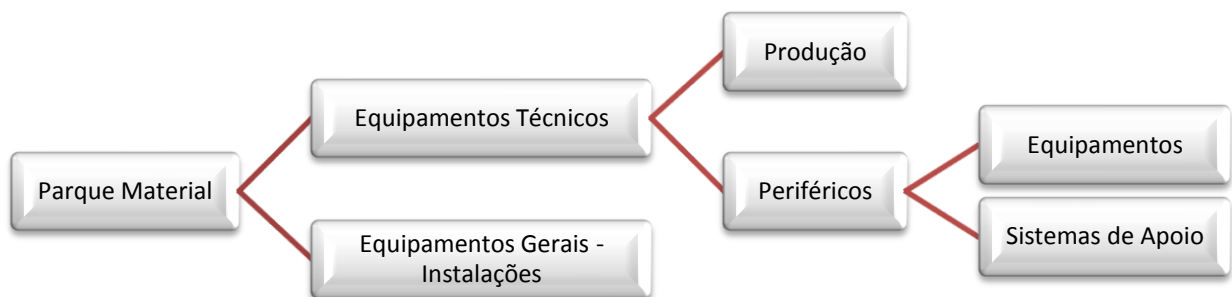



Figura 5 - Classificação dos equipamentos

2.7.2. Processo Técnico

O processo técnico é o documento de suporte de toda a informação técnica referente aos equipamentos, desde a sua aquisição até à sua utilização diária. É simultaneamente um documento de arquivo e de consulta, devendo na sua elaboração, privilegiar-se esta última função, de tal modo que a consulta e tratamento se tornem fáceis e rápidos. No processo técnico devem-se incluir informações:

- de carácter geral – documentos relativos ao processo de aquisição (cópias das encomendas, identificação dos fabricantes e fornecedores, garantias, custos, etc.), ao processo de recepção e início de funcionamento;

- de carácter técnico – documentos relativos ao conhecimento das características específicas do equipamento; manuais ou instruções de operação e de manutenção; indicação das características do equipamento; lista das peças de reserva; instruções de manutenção preventiva, fichas de lubrificação, de inspecção, etc.;
- relativas à instalação;
- registo histórico.

2.7.3. Histórico dos Equipamentos

O histórico de um equipamento reflecte todos os acontecimentos passados com o mesmo: avarias, reparações, intervenções preventivas, substituição de componentes, etc. (Ferreira, 1998). Um registo histórico bem elaborado constitui um documento de consulta precioso para a realização de modificações de optimização ou ainda para uma análise económica, visando a sua substituição. Neste registo, além de todas as identificações do equipamento, devem-se incluir todas as informações relativas às intervenções (tempos de reparação, ordens de trabalho, encomendas, custos, etc.). Através do registo histórico devidamente actualizado, pode-se, a qualquer altura, deduzir a sua fiabilidade e disponibilidade, além de permitir uma gestão de stocks e uma política ideal de manutenção optimizadas.

Os elementos presentes no registo histórico devem ser dispostos de forma a que permitam uma consulta e um tratamento de informação fácil e rápido. A aplicação de um programa informático revela-se assim de grande utilidade, quer pela sua rapidez de consulta, quer pela redução de tempo gasto na actualização. Pode-se também seleccionar rapidamente as informações que mais interessam para determinada consulta, com base na criticidade dos equipamentos, no seu valor e na experiência própria.

2.8. Fiabilidade

Segundo a AFNOR, fiabilidade é a característica de um dispositivo, expressa pela probabilidade que esse dispositivo tem de cumprir uma função requerida em condições de utilização e por um período de tempo determinado.

Segundo Ferreira (1998), a fiabilidade difere da qualidade na medida em que a primeira diz respeito à capacidade de se manter um equipamento em conformidade durante a sua vida de funcionamento, enquanto que a segunda diz respeito à conformidade de uma especificação, da sua aptidão ao uso.

Sendo:

f(t) – função densidade de probabilidades de avarias

F(t) – função acumulada de avarias

R(t) – função de fiabilidade

Temos a função de reparação da variável aleatória T, até à avaria, definida por:

$$F(t) = Prob\ (T < t) \qquad \text{(Equação 2.1)}$$

A fiabilidade surge assim como a função complementar de F (t):

$$R(t) = Prob\ (T \geq t) \qquad \text{(Equação 2.2)}$$

A densidade de probabilidade de probabilidades de avarias, f (t), derivada da função F (t), é dada por:

$$f(t) = \frac{dF}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \qquad \text{(Equação 2.3)}$$

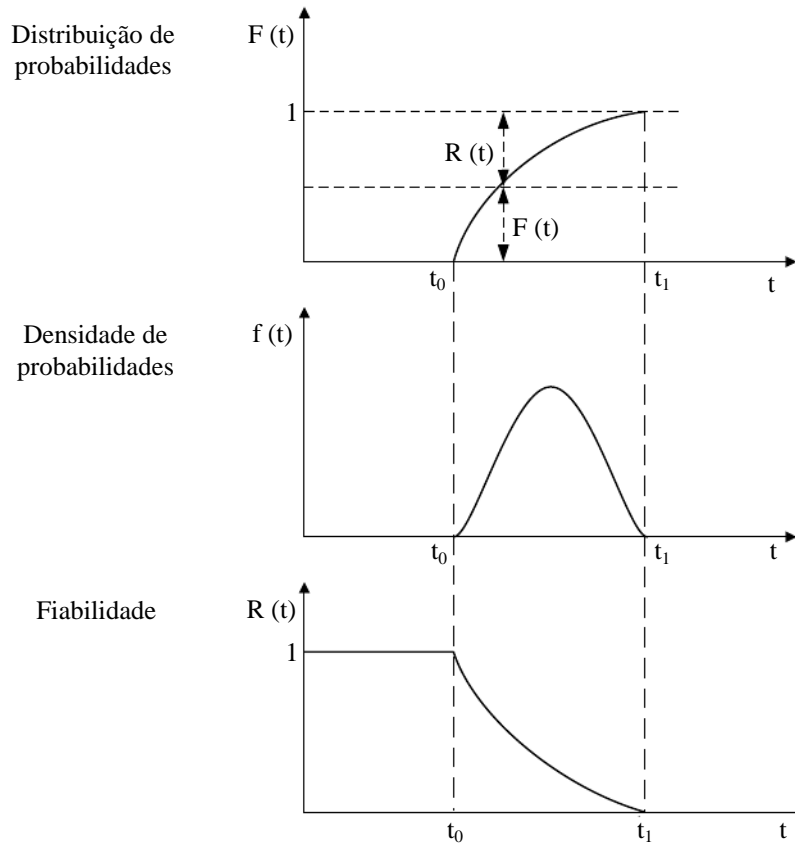



Figura 6 - Relação entre as funções F (t), f (t) e R (t) (Pinto, 2002)

A taxa de avarias λ (t) é um indicador de fiabilidade que representa a proporção de dispositivos ou equipamentos que devem sobreviver num instante t. Estatisticamente a taxa de avarias é uma densidade de probabilidade condicional de avaria, que caracteriza a probabilidade de avaria no intervalo Δt dos dispositivos que sobreviveram até ao instante t.

Sendo:

N_0: nº inicial de bens

$N_s(t)$: nº de bens sobreviventes no instante t

$N_s(t+ \Delta t)$: nº de bens sobreviventes no instante t + Δt

$$\lambda(t) = \frac{N_s(t) - N_s(t + \Delta t)}{N_s(t) \times \Delta t} \qquad \text{(Equação 2.4)}$$

De forma genérica:

$$\lambda = \frac{N^{\circ}\ de\ avarias}{Duração\ de\ utilização} \qquad \text{(Equação 2.5)}$$

No caso da ocorrência de avarias seguir uma distribuição no tempo do tipo exponencial decrescente (taxa de avarias constante), a esperança matemática, que em Manutenção se designa por MTBF – *Mean Time Between Failures* (tempo médio entre avarias) vem dado pela Equação 2.6.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \qquad \text{(Equação 2.6)}$$

Para equipamentos reparáveis temos então:

MTBF – *Mean Time Between Failures* (tempo médio entre avarias);

MUT – *Mean Up Time* (tempo médio de funcionamento);

MTTR – *Mean Time To Repair* (tempo médio de reparação);

MDT – *Mean Down Time* (tempo médio de paragem).

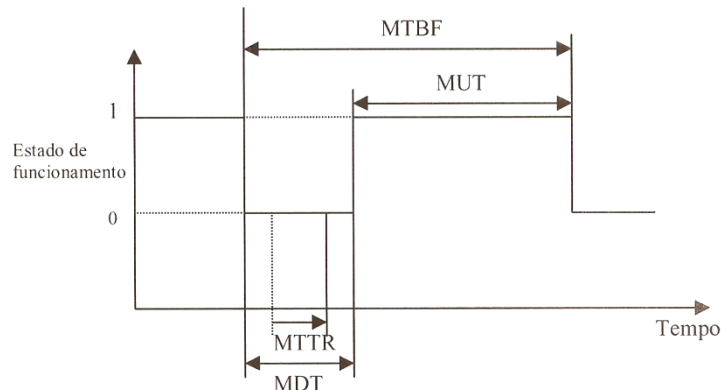



Figura 7 - Tempos relativos a bens reparáveis (Ferreira, 1998)

No caso de estarmos a tratar um equipamento que não é reparável, o parâmetro análogo ao MTBF é o MTTF – *Mean Time To Failure* (tempo médio para falha).

Segundo Pinto (2002), a experiência prática mostra que a Taxa de Avarias de um determinado equipamento ou componente, varia com o seu tempo de funcionamento de uma forma que é conhecida como a "curva em forma de banheira" que está representada na Figura 8. Ferreira (1998) salienta que este tipo de evolução se aplica apenas para equipamentos simples ou para equipamentos complexos com modos de avaria predominantes.

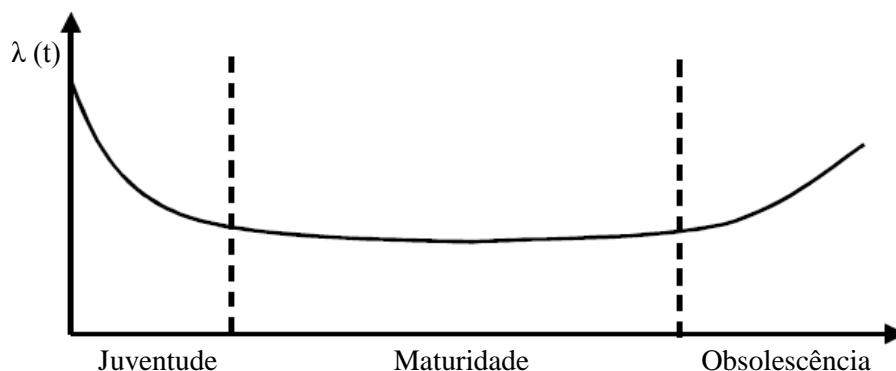



Figura 8 - Curva em banheira

Na Figura 8 é possível distinguir três períodos de vida:

1. Juventude do equipamento – Fase inicial de instalação e arranque do equipamento que se caracteriza por ter uma elevada taxa de avarias inicial que, pela adaptação ao ambiente e condições de funcionamento, desce rapidamente. Nesta fase os bens mais frágeis são eliminados.
2. Maturidade do equipamento – a taxa de falhas é aproximadamente constante. Trata-se da vida útil do bem com o seu funcionamento corrente.
3. Obsolescência – a taxa de avarias cresce pois o bem entra na fase final do seu ciclo de vida, em que perde progressivamente a sua capacidade de bom funcionamento.

A distribuição de avarias de um sistema pode ser descrita através de modelos estatísticos, sendo que as duas distribuições mais utilizadas são a Exponencial e a *Weibull*.

A distribuição exponencial é utilizada quando a taxa de avarias de um bem é constante. Esta distribuição pode ser precedida de uma comprovação, através da análise de tendência das avarias, ou partindo do pressuposto de que todos os componentes desse equipamento têm uma função de risco constante ou de que a mistura das várias funções de risco tornem a aproximação a esta distribuição possível. A Equação 2.7 representa a expressão da fiabilidade e a Equação 2.8 a expressão da probabilidade de avarias, para este tipo de distribuição.

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda \, dt} = e^{-\lambda t} \qquad \text{(Equação 2.7)}$$

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{d(1 - R(t))}{dt} = \lambda \, e^{-\lambda t} \qquad \text{(Equação 2.8)}$$

O cálculo da taxa de avarias, para este tipo de distribuição é dado pela Equação 2.9.

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\lambda \, . \, e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \lambda = constante \qquad \text{(Equação 2.9)}$$

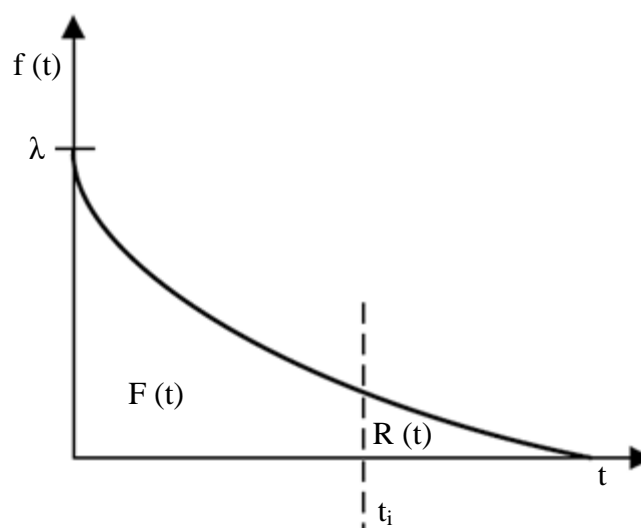



Figura 9 - Distribuição exponencial
(Ferreira, 1998)

A distribuição de *Weibull* é muito flexível, já que pode ser aplicada a qualquer zona da curva da banheira, ajustando correctamente todos os tipos de resultados experimentais e

operacionais. As expressões de função densidade de probabilidade (Equação 2.11), função de repartição (Equação 2.12) e fiabilidade (Equação 2.13), são apresentadas de seguida.

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta^{\beta}}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} . e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \qquad \text{(Equação 2.11)}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \qquad \text{(Equação 2.12)}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \qquad \text{(Equação 2.13)}$$

A taxa instantânea de avarias vem dada por:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \qquad \text{(Equação 2.14)}$$

Sendo que:

β – parâmetro de forma – caracteriza as distribuições das durações estudadas, permitindo adaptar a forma das curvas λ (t) às diferentes fases de vida de um sistema ou componente (curva em banheira), podendo igualmente servir de indicador para um diagnóstico.

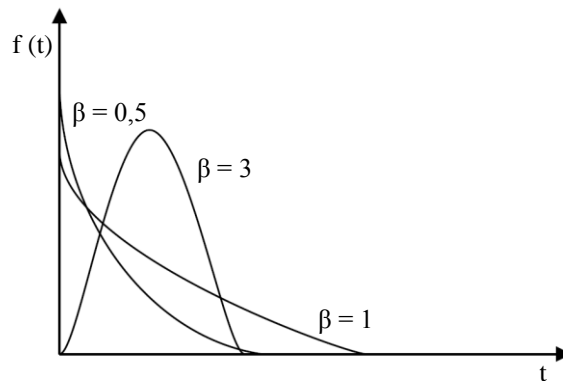



Figura 10 - Efeito do parâmetro forma na distribuição Weibull (Ferreira, 1998)

η – parâmetro de escala (em unidades de tempo) – corresponde ao tempo em que a probabilidade de avaria é de 63,2%, indicando o número de horas de funcionamento durante o qual a maioria dos elementos da amostra (63,2%) serão afectados.

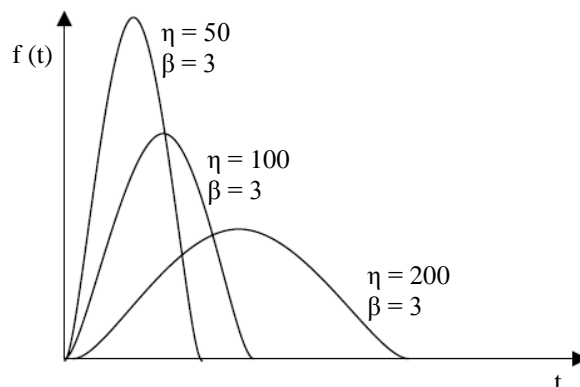



Figura 11 - Efeito do parâmetro de escala na distribuição Weibull (Ferreira, 1998)

γ – parâmetro de posição (em unidade de tempo)

- Se $\gamma > 0$, há sobrevivência total entre t = 0 e t = γ;
- Se $\gamma = 0$, as avarias começam na origem dos tempos;
- Se $\gamma < 0$, as avarias começam antes da origem dos tempos.

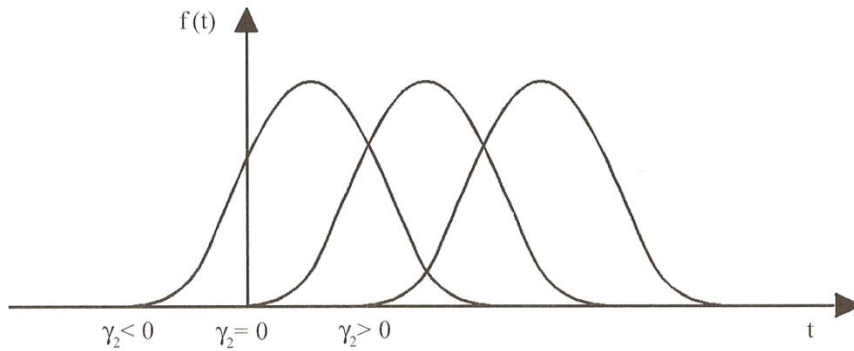



Figura 12 - Efeito do parâmetro de posição na distribuição de Weibull (Ferreira, 1998)

No ponto 4.5.2 é descrito o cálculo dos parâmetros desta distribuição, entre outros.

2.9. Manutibilidade

De acordo com as normas portuguesas, manutibilidade é a aptidão de um bem para ser mantido ou restaurado, nas condições de uso especificadas, de tal modo que possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos.

Pode-se assim dizer que, para sistemas de operação contínua, são dois os factores que contribuem para a proporção de tempo no qual o equipamento se considera no modo de falha:

- Taxa de avarias – frequência com que o bem avaria;
- Taxa de reparação – uma vez que avaria, tempo que o bem permanece nesse estado.

A previsão da manutibilidade, isto é, a determinação da distribuição temporal ou do MTTR – *Mean Time To Repair* (tempo médio de reparação) para determinado modo de falha de um equipamento, é uma entrada necessária para os modelos fiabilísticos dos sistemas. (Andrews & Moss, 2002)

Segundo Ferreira (1998), o MTTR é composto pelo somatório dos seguintes tempos:

- Tempo de verificação que a avaria existe de facto (eliminar o falso alarme);
- Tempo de diagnóstico;
- Tempo de acesso ao órgão avariado;
- Tempo de substituição e/ou reparação;
- Tempo de montagem;
- Tempo de controlo e de arranque do sistema.

A manutibilidade pode ser vista como um conceito probabilístico, M (t), que designa a probabilidade de um bem, em estado de avaria, ser reparado no intervalo de tempo [0,t] (Equação 2.15).

$$M(t) = Prob\ (TTR < t) \qquad \text{(Equação 2.15)}$$

Por analogia à função fiabilidade, pode-se também considerar uma função m (t) como densidade de probabilidade e μ (t) como taxa condicional de reparação, tal que:

$$\mu(t) = \frac{m(t)}{1 - M(t)} \qquad \text{(Equação 2.16)}$$

A taxa de reparações, μ (t), é normalmente considerada constante, o que implica que:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \qquad \text{(Equação 2.17)}$$

A esperança matemática vem:

$$E(t) = MTTR = \frac{1}{\mu} \qquad \text{(Equação 2.18)}$$

2.10. Disponibilidade

Nos dois pontos anteriores falou-se em fiabilidade (probabilidade de um bem não vir a falhar) e manutibilidade (probabilidade de um bem ser reparado após falha), mas torna-se necessário falar de uma terceira medida que determina a probabilidade de um bem encontrar-se operacional a uma dada altura t. Esta medida de probabilidade é a disponibilidade.

Segundo Ferreira (1998), a disponibilidade depende:

- Número de avarias – fiabilidade;
- Rapidez com que elas são reparadas – manutibilidade;
- Do tipo de manutenção – manutenção;
- Da qualidade dos meios à disposição – logística;
- E da interdependência destas características.

O conceito de disponibilidade é abrangente e pode assumir várias formas, sendo as principais:

- Disponibilidade instantânea – probabilidade de um sistema ou componente estar operacional e em funcionamento a qualquer momento aleatório t. Difere do conceito de fiabilidade por considerar a manutibilidade de um bem.

$$D(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\mu}{\mu + \lambda} e^{-(\mu+\lambda)t} \qquad \text{(Equação 2.19)}$$

- Disponibilidade média – média da função disponibilidade instantânea em função do tempo.

$$\overline{D(t)} = \frac{D(t)}{t} \qquad \text{(Equação 2.20)}$$

- Disponibilidade intrínseca – define o tempo que o equipamento se encontra disponível, num dado período de tempo. Não considera as acções de manutenção preventiva programada.

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \qquad \text{(Equação 2.21)}$$

Sendo:

MTBF = *Mean Time Between Failures* (tempo médio entre acções avarias)

MTTR = *Mean Time To Repair* (tempo médio de reparação)

- Disponibilidade operacional – define o tempo que o equipamento se encontra disponível, num dado período, considerando todas as acções de manutenção que se efectuem no equipamento.

$$D_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \qquad \text{(Equação 2.22)}$$

Sendo:

MTBM = *Mean Time Between Maintenance* (tempo médio entre acções de manutenção)

MDT = *Mean Time Downtime* (tempo médio de paragem para acções de manutenção)

Um dos objectivos principais de um gestor da Manutenção é o aumento da disponibilidade dos equipamentos, componentes ou sistemas. Isso só é conseguido então de duas formas:

- Reduzindo o número de paragens (aumento da fiabilidade);
- Reduzindo os tempos de reparação (aumento da manutibilidade).

2.11. O Apoio de um Sistema ERP

Em 1985, Gabriel & Pimor definiam sistema informático de gestão da Manutenção como um programa organizado à volta de uma base de dados, permitindo programar e vigiar sob os aspectos técnico, orçamental e organizativo, todas as actividades do serviço de Manutenção e os meios desta actividade (serviços, máquinas, equipamentos, mão-de-obra, etc.) a partir de terminais disseminados nos gabinetes técnicos, oficinas e armazéns de stocks. Se nessa época tal definição era considerada arrojada, hoje, com o desenvolvimento do *software*, o aparecimento dos computadores pessoais e a quantidade e diversidade de informação de equipamentos, a gestão de manutenção assistida por computador é uma realidade nas indústrias, com centenas de opções disponíveis no mercado.

O ERP (*Enterprise Resource Planning*) surge como evolução do MRP (*Material Resource Planning*), como necessidade de integração de áreas tão distintas como a Engenharia, Finanças, Recursos Humanos, Gestão de Projectos, Serviços e Banca. O ERP é assim o conjunto de sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização num único sistema. Esta integração obtém melhores resultados do que a soma dos seus subsistemas em separado, disponibilizando a capacidade de integrar múltiplas formas de gestão numa só plataforma, facilitando a actualização de informação e consequente acesso à mesma.

O SAP R/3 é o ERP mais utilizado no mercado. Este domínio do mercado existe graças à pesquisa e desenvolvimento que este *software* sofre, bem como à criação de alianças estratégicas que a empresa SAP AG estabelece com outras empresas de *software*. O resultado é uma solução tecnologicamente evoluída, robusta e amplamente testada.

Com a implementação de um ERP, torna-se possível adoptar um modelo de manutenção preventiva completo, uniformizando procedimentos e optimizando processos de informação, resultando em maior rapidez na obtenção de dados e execução de processos.

Segundo Pinto (2002), um sistema informático de gestão de manutenção assistida por computador deverá incluir as seguintes áreas:

- Gestão de equipamento, incluindo o ficheiro de equipamento, o histórico de intervenções e a análise das avarias;
- Gestão de manutenção preventiva, incluindo os planos de manutenção, programação, emissão, nas datas previstas, das ordens de trabalho respectivas;
- Gestão de manutenção correctiva com eventual preparação, programação e emissão das ordens de trabalho;
- Apuramento e controlo de custos, incluindo a gestão do orçamento do serviço de manutenção, custos directos e indirectos por equipamento;
- Gestão de stocks de peças com o estabelecimento de reserva automática dos materiais incluídos na preparação das ordens de trabalho;
- Gestão de compras que incluirá o ficheiro de fornecedores, custo dos materiais e situação da encomenda (prazos de entrega);
- Gestão de recursos humanos incluindo o ficheiro de pessoal, suas especializações, categoria profissional, salário e taxas horárias respectivas.

O mesmo autor define como requisitos básicos para implantação do sistema:

- Sistema de codificação de equipamentos e materiais de armazém;
- Documentação técnica dos equipamentos;
- Planos de manutenção preventiva;
- Ficheiro de pessoal de Manutenção por especializações e categorias profissionais.

Apesar de a empresa beneficiar com este tipo de solução, nomeadamente ao nível da gestão de mão-de-obra (através de melhorias no planeamento e programação), da gestão de peças de reserva e materiais (através da redução do número de peças de reserva, do nível de stocks, e de melhorias na disponibilidade de peças e materiais) e do aumento da disponibilidade operacional do equipamento, o ERP apresenta por vezes uma relação custo-benefício pouco interessante que não justifica o investimento, considerando ainda a dependência dos fornecedores e uma provável resistência à mudança.

3. CaetanoBus, S.A.

3.1. Apresentação da CaetanoBus, S.A.

O Grupo Salvador Caetano foi fundado em 1946, com a designação Martins, Caetano e Irmão, iniciando a sua actividade na construção de estruturas de carros e autocarros (na altura, em madeira). Alguns anos mais tarde, a Salvador Caetano revolucionou o mercado, introduzindo no país as carroçarias mistas (madeira e metálicas), e posteriormente as carroçarias apenas metálicas. Em 1967 inicia as actividades de exportação para Inglaterra e um ano depois torna-se representante exclusivo da Toyota em Portugal. Ao longo dos anos, o Grupo Salvador Caetano foi fidelizando clientes através do reconhecimento do elevado grau de qualidade dos seus produtos, alargando horizontes de exportação aos vários continentes.

A empresa CaetanoBus, S.A. foi criada em 2002, como resultado de uma *joint-venture* com a Evobus Portugal (do grupo Daimler Chrysler). O fabrico de carroçarias passou a ser feito por esta empresa que, apesar de recente, manteve as instalações, equipamentos e colaboradores anteriores, o que se traduzia em mais de 50 anos de experiência no ramo. O objectivo estabelecido na criação da empresa era claro: ser uma referência no que respeita à relação qualidade-preço como fabricante de veículos de transporte público. Esta clara aposta na qualidade, recorrendo a uma política orientada ao comprador, permitiu o enriquecimento da carteira de clientes e de mercados de exportação em geral.

O reconhecimento da empresa surgiu também ao nível da certificação dos seus produtos em 2002 segundo a norma NP EN ISO 9001: 2000 pela APCER e KBA (Ministério Transporte Alemão) e mais tarde em 2004 com a certificação ambiental segundo a NP EN ISO 14001: 1999 pela APCER.

Apesar de valores como o esforço e a dedicação dos colaboradores da empresa, ou mesmo a sólida relação de parceria com os fornecedores contribuírem activamente para o sucesso da empresa, uma postura de melhoria contínua e constante actualização face às novas tecnologias constituem factores decisivos na criação de valor e na gestão concorrencial. São exemplos disso mesmo os sistemas CAD – no desenvolvimento e adaptação de produtos às exigências dos clientes – e o sistema SAP R/3 – no planeamento e gestão de materiais, como auxílio ao cumprimento do plano de produção.

A empresa dispõe de um total de 450 colaboradores e uma área coberta de 25.614 m^2

Nos últimos 4 anos a empresa tem vindo a assistir a um decréscimo na produção de autocarros, como comprovado pela Figura 13.

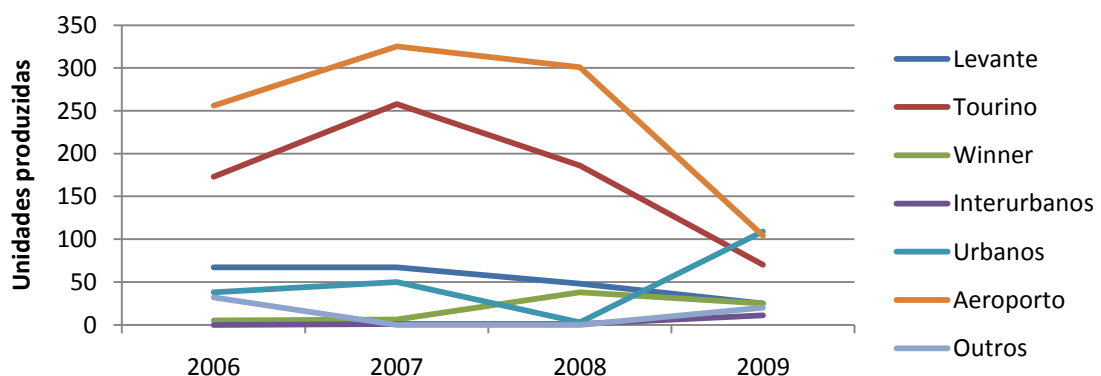



Figura 13 - Evolução da produção por modelos

Como metas para o futuro, a Administração tem previsto:

- Crescimento contínuo da produtividade;
- Aumento contínuo da qualidade dos produtos;
- Máxima eficiência e eficácia de todos os processos;
- Inovação e motivação.

3.2. O Processo Produtivo

As carroçarias produzidas na CaetanoBus são montadas sobre chassis de várias marcas e com diferentes especificações, consoante as exigências dos clientes. A fábrica está organizada em três linhas de produção, na qual apenas uma é dedicada a um produto específico.

A linha 1 é uma linha flexível que produz autocarros por séries de maior ou menor dimensão da marca Caetano, nomeadamente os modelos *Winner*, *Levante* e *Enigma* e os autocarros urbanos *City Gold*.

Figura 14 - Autocarro Levante

Figura 15 - Autocarro Urbano Articulado

Na linha 2 são produzidos os autocarros de média dimensão da marca Mercedes-Benz (*Tourino*) e também os miniautocarros Caetano (*Optimo*). O *Tourino* é um autocarro de 30 a 38 lugares, de motor traseiro, evidenciando-se pelo elevado conforto, segurança e baixos custos de operação. O *Optimo* é um miniautocarro de 20 a 25 lugares, de motor central, com grande utilização por instituições escolares e de solidariedade, tendo como maior trunfo o seu preço-fiabilidade.

Figura 16 - Mercedes-Benz Tourino

Figura 17 - Caetano Optimo 7

A linha 3 é uma linha dedicada ao fabrico dos autocarros COBUS – autocarros para transporte de passageiros em plataformas de aeroporto. Estes autocarros caracterizam-se por serem veículos mais largos e compridos, praticamente sem bancos no seu interior.

Figura 18 - Autocarro Cobus

Em geral, uma linha de montagem de um autocarro está dividida em cinco grandes etapas.

i. <u>Montagem da estrutura exterior do autocarro</u>

A CaetanoBus recepciona as estruturas produzidas pela empresa Caetano Components e procede ao desempeno e eliminação das rebarbas de soldadura. A estrutura é alinhada e pintada com um primário anticorrosivo. Este anticorrosivo é também aplicado no interior dos tubos da estrutura e um vedante é aplicado nas zonas de soldadura.

Figura 19 - Estrutura do autocarro

ii. <u>Revestimento exterior</u>

Nesta etapa é acoplada a estrutura ao *chassis* do autocarro e é feito o revestimento da estrutura por chapa zincada (através de colagem e soldadura por pontos nas extremidades). A frente, traseira e tejadilho do autocarro são aplicados em fibra e pecolite (no caso do tejadilho) e fixados à estrutura através de colagem.

Figura 20 - Revestimento exterior (fase 1)

Figura 21 - Revestimento exterior (fase 2)

iii. Pintura

Numa primeira fase do processo de pintura, é efectuada uma lixagem, sendo também utilizados diluentes e desengordurantes para eliminar possíveis vestígios de poeiras e gorduras que poderiam eventualmente comprometer a qualidade do acabamento final. Depois de aplicado um primário de base epoxídica (seguido da respectiva secagem), é feita a betumagem (correcção das zonas que apresentem imperfeições por aplicação de betume) e respectiva lixagem. De seguida, é aplicado vedante nas zonas de junção do metal e aplicada uma subcapa (2º primário). Posteriormente, o esmalte é aplicado por projecção convencional à pistola, funcionando a cabine como estufa. Quando se pretende uma pintura metalizada é aplicado, para além do esmalte, um verniz bicamada. O último passo executado nas operações de pintura consiste na aplicação de um produto anticorrosivo na parte inferior da viatura.

Figura 22 - Autocarro em pintura

iv. Acabamentos

É efectuada a montagem de todos os componentes do autocarro tais como revestimentos interiores, instalação eléctrica, colocação de vidros, montagem de ópticas, portas, montagem de componentes mecânicos, etc.

Figura 23 - Autocarro em acabamentos

v. <u>Preparação para entrega</u>

Nesta secção é efectuada a rectificação da pintura e dos acabamentos através de uma rigorosa inspecção final à viatura, onde pequenas anomalias são imediatamente corrigidas, após o que se seguirá uma prova de água. Todos os autocarros são também sujeitos a uma prova de estrada para detecção de eventuais anomalias, apenas detectáveis em andamento.

Figura 24 - Autocarro em preparação para entrega

As instalações da fábrica apresentam-se divididas por centros de custo. Nesta divisão foram considerados vários critérios, como por exemplo a localização, linhas de produção e áreas de produção (estrutura, pintura, acabamentos, etc.). Os centros de custo existentes são:

- 4001 – Estrutura da Linha 1;
- 4002 – Estrutura da Linha 2;
- 4004 – Pintura;
- 4005 – Acabamentos da Linha 1;
- 4006 – Acabamentos da Linha 2

- 4010 – Preparação para entrega;
- 4026 – Linha 3;
- 4027 – Protótipos;
- 4092 – Armazém.

Esta divisão por centros de custo, aliada à numeração dos postos de trabalho de cada centro, revela-se ideal para a localização dos equipamentos na fábrica.

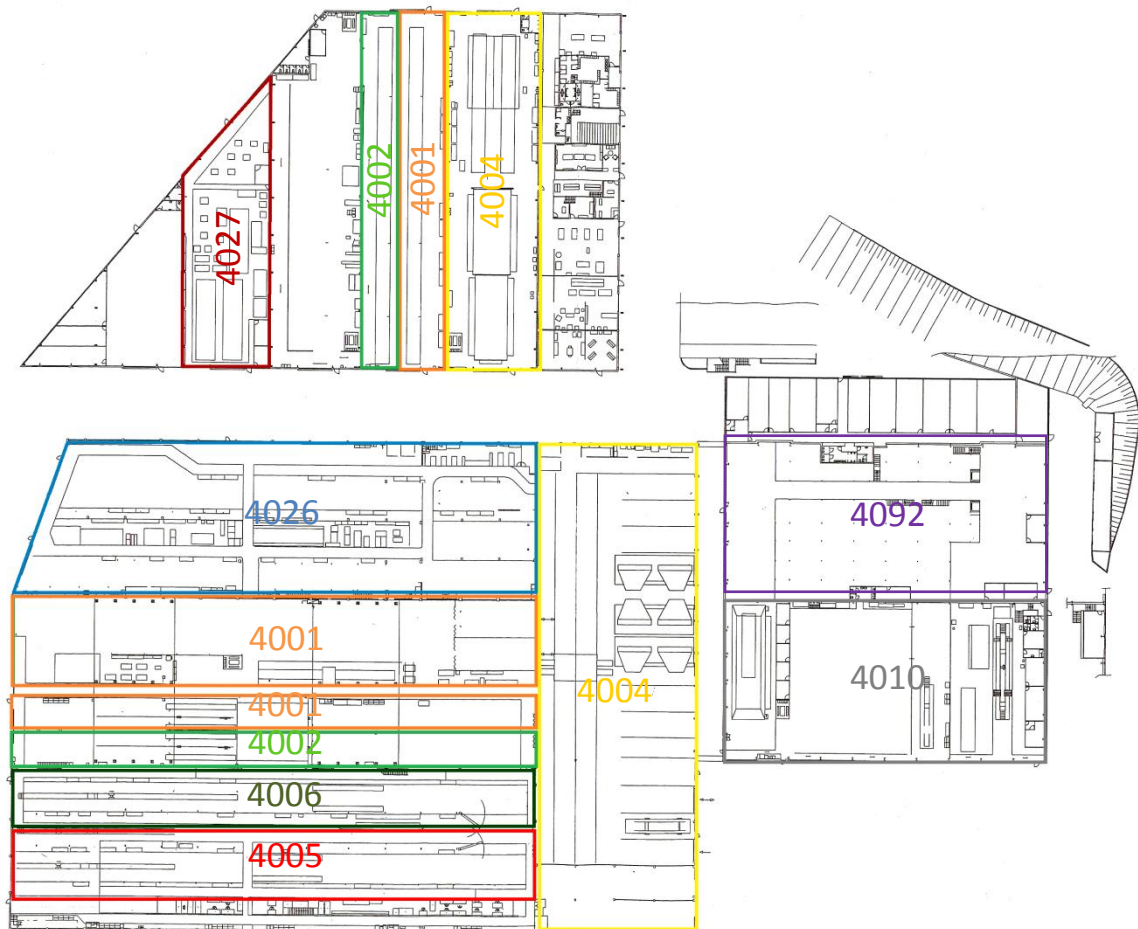



Figura 25 - Esquema da divisão das instalações da fábrica por secções

3.3. Manutenção na CaetanoBus

O objectivo principal do departamento de Manutenção é o de manter instalações e equipamentos em condições óptimas de funcionamento, evitando a sua degradação e consequente perda de fiabilidade.

Na prossecução desse objectivo principal, surgem objectivos secundários no suporte técnico e administrativo das intervenções de Manutenção sobre os equipamentos e instalações. Num dia-a-dia no qual a flexibilidade assume papel preponderante na competitividade das empresas, é necessário que o departamento de Manutenção seja capaz de integrar e absorver as alterações que decorrem dessa flexibilidade, nomeadamente modificações ao planeamento ou a ocorrência de intervenções não previstas, sem que isso afecte a normal actividade dos executantes.

3.3.1. O Departamento de Manutenção

O departamento de Manutenção é constituído por 6 pessoas no total, uma responsável pela gestão de topo, outra responsável pela gestão a um nível inferior e participando em trabalhos administrativos, uma outra com papel administrativo, mas que desempenha também determinados trabalhos no terreno e três colaboradores que trabalham exclusivamente no terreno.

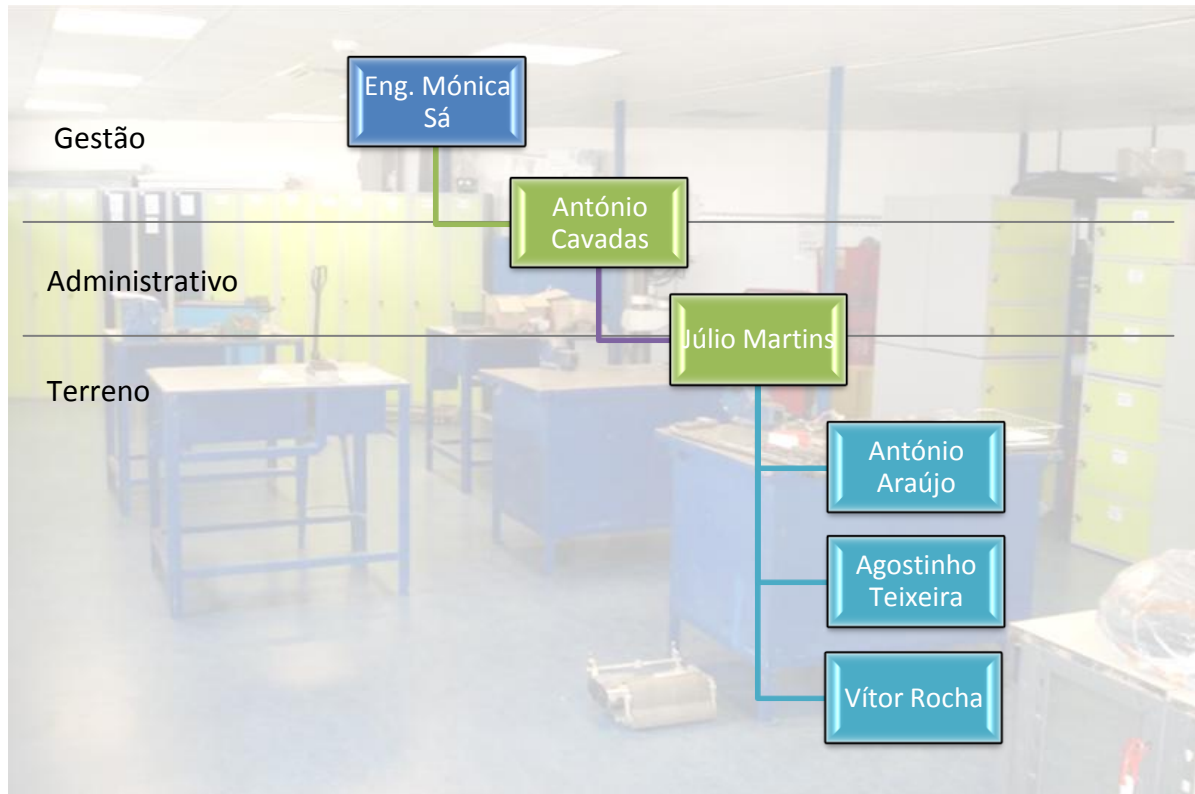



Figura 26 - Organigrama funcional do departamento de Manutenção

3.3.2. Situação Existente

Existem dois tipos de actividades que fazem parte do dia-a-dia do departamento de Manutenção: a resposta a situações de avaria, ou anomalia, nos equipamentos e instalações, e a execução das acções de manutenção preventiva previstas para a semana em questão.

O restante tempo, se existente, é utilizado na execução de obras de melhoria, com vista ao aumento da fiabilidade dos equipamentos e instalações, introduzindo-se melhorias construtivas e corrigindo deficiências que possam existir em resultado das situações de desgaste às quais podem estar sujeitos.

No anexo B é apresentado o procedimento que deve ser seguido numa situação de avaria.

Uma primeira análise aos processos de trabalho permitiu perceber que, apesar de os colaboradores estarem familiarizados com o SAP na realização das tarefas do dia-a-dia (no processamento das manutenções curativas e preventivas), não estava a ser obtido todo o potencial do SAP, o que resultava em perdas de eficiência.

As distribuições da quantidade de intervenções curativas e dos respectivos custos dos últimos 3 anos, têm a seguinte forma:

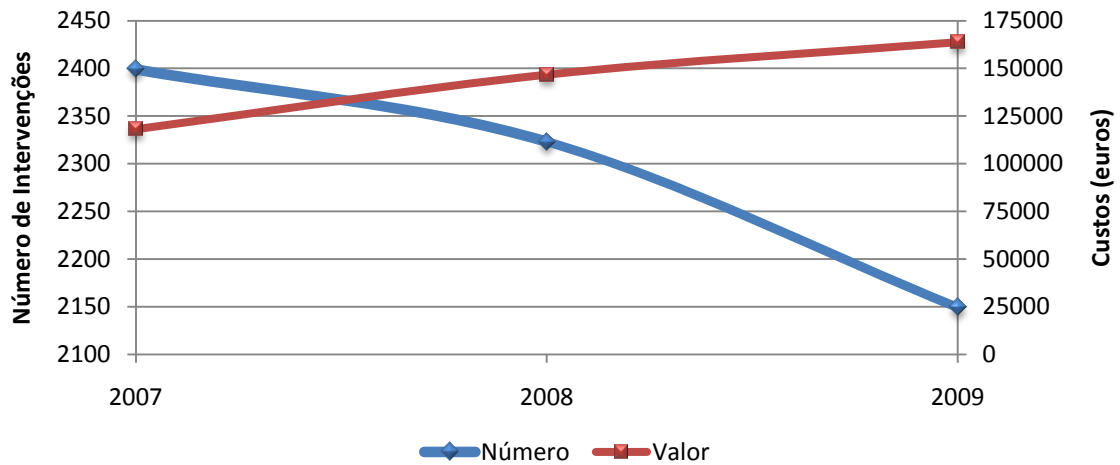



Figura 27 - Evolução das intervenções curativas

Apesar do número de manutenções curativas ter vindo a diminuir nos últimos três anos, os respectivos custos não acompanham a mesma tendência, isto porque os custos de mão-de-obra e de materiais têm vindo a aumentar nos últimos anos.

Na realização desta análise detectou-se uma enorme falha no processamento das manutenções curativas pelo departamento de Manutenção: a inexistência de uma tipificação normalizada de avarias. Tal facto impossibilitava análises como a quantidade de vezes que determinada avaria tinha ocorrido num equipamento, impossibilitando assim a realização de uma análise detalhada aos tipos de avarias e respectiva estruturação de uma norma de reparação, bem como realização das mais diversas análises fiabilísticas aos equipamentos.

Em 2009 totalizaram-se 2186 intervenções curativas em 564 equipamentos e instalações, representado um valor de cerca de €160.000.

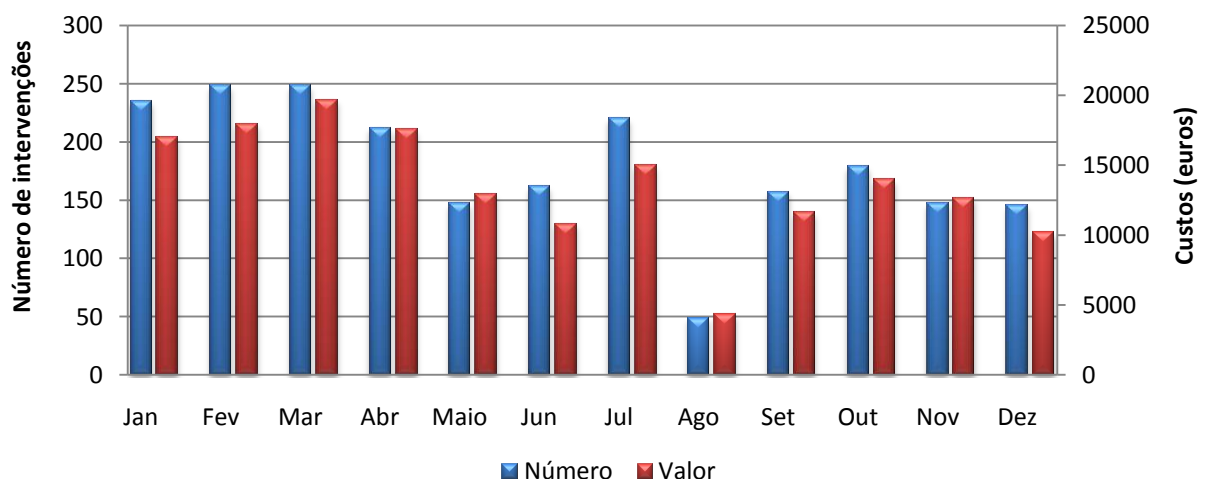



Figura 28 - Distribuição da manutenção curativa em 2009

Como se pode comprovar na Figura 28, os custos de manutenção tendem a acompanhar a tendência da quantidade de intervenções, sinal do peso dos custos de mão-de-obra das intervenções. Nos meses de Maio, Junho, Novembro e Dezembro a fábrica foi forçada a parar a sua produção durante algumas semanas. Como seria de esperar, a taxa de avarias nos

equipamentos foi mais baixa relativamente aos restantes meses, nos quais o ritmo de produção foi normal. O nível baixo de manutenções curativas no mês de Agosto corresponde à paragem da fábrica para férias.

O departamento de Manutenção sofreu, nos últimos dois anos, uma grande redução no número de elementos disponíveis na equipa de terreno. Apesar disso, o sistema de manutenção preventiva não foi actualizado em função das novas limitações. Tal resultava num funcionamento irregular e ineficaz neste tipo de intervenção.

No início do projecto de dissertação, as acções de manutenção preventiva totalizavam cerca de 1500 intervenções por ano. Apesar de este número significar uma média de cerca de 30 inspecções por semana, a distribuição anual destas operações não era uniforme.

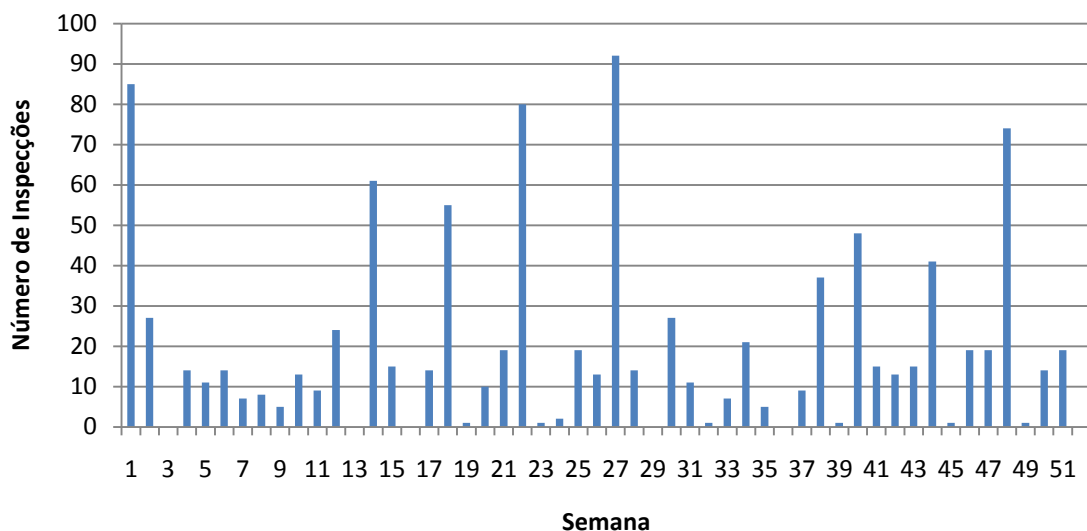



Figura 29 - Distribuição anual das inspecções de manutenção preventiva (situação inicial)

Além desta distribuição evidenciar uma programação defeituosa, a equipa de Manutenção perdia bastante tempo na deslocação às máquinas, visto não existir o cuidado de agrupar o máximo possível de manutenções preventivas de determinada secção na mesma semana. Os custos relativos a este tipo de manutenção não eram também contabilizados.

Para completar a caracterização da situação existente e delinear o trabalho a desenvolver, procedeu-se a um levantamento exaustivo de alguns dados relativos a:

- Custos em Manutenção;
- Procedimentos de trabalho do departamento de Manutenção;
- Equipamentos e instalações existentes na fábrica e respectiva localização;
- Condições de funcionamento dos equipamentos e instalações;
- Análise do histórico de avarias nos equipamentos;
- Informações dos fabricantes e fornecedores dos equipamentos;
- Listas de tarefas a executar nas manutenções preventivas;
- Anomalias detectadas nas operações de manutenção preventiva.

Neste trabalho, mais propriamente no levantamento dos dados relativos aos equipamentos e instalações existentes na fábrica, detectou-se que, devido à natureza dos equipamentos, maioritariamente portáteis, existia imensa dificuldade na localização destes aquando da

realização das manutenções preventivas ou mesmo das manutenções curativas. Tal facto traduzia-se igualmente em perdas de eficiência, particularmente na procura dos equipamentos. Este facto decorria de uma despreocupação em manter a localização dos equipamentos actualizada em SAP, nomeadamente a secção e o posto correspondente.

De referir ainda que, relativamente aos procedimentos de trabalho, existia um procedimento denominado “Processamento de Manutenções Preventivas” que tinha por objectivo esclarecer a metodologia inerente a este processo. Este procedimento revelava-se bastante deficiente, na medida em que a descrição da metodologia era incompleta e apresentava-se bastante desactualizada, além de fazer referência a assuntos que não estavam relacionados com o mesmo, como a codificação dos equipamentos e do número técnico. Na verdade, estes dois problemas eram referentes à gestão de equipamentos, procedimento que não existia. Tal facto traduzia-se em inúmeras falhas no registo, em alterações e no abate de equipamentos, bem como na sua monitorização, nomeadamente a sua localização.

3.3.3. Principais Desafios

A análise do funcionamento de um departamento de Manutenção numa fábrica com as dimensões e variedade de equipamento da CaetanoBus impõe sempre grandes desafios.

Todos os colaboradores do departamento de Manutenção estavam conscientes dos problemas que enfrentavam e mostraram-se bastante interessados neste trabalho, disponibilizando-se para, em conjunto, analisar a situação existente e os processos vigentes, com o objectivo de encontrar alternativas que pudessem levar a melhorias de desempenho. O presente caso de estudo prende-se então maioritariamente na melhoria dos processos relativos à Manutenção, com vista à optimização do seu desempenho.

Em termos concretos, os principais desafios passaram pela:

- Criação de ferramentas de monitorização das acções do departamento de Manutenção;
- Inventariação de todo o equipamento e instalações existentes na fábrica;
- Eliminação das perdas de eficiência na resolução das manutenções curativas, melhorando os tempos de resposta;
- Optimização dos trabalhos de manutenção preventiva;
- Responsabilização dos operadores pelos seus equipamentos, nomeadamente pelo seu cuidado e respectiva manutenção;
- Padronização dos procedimentos de trabalho quer na gestão de equipamentos, quer no processamento das manutenções preventivas;

Todos estes desafios têm como objectivo subjacente o aumento da fiabilidade dos equipamentos, bem como a sua disponibilidade.

4. Trabalho Desenvolvido

Neste capítulo descrevem-se os trabalhos desenvolvidos na persecução dos objectivos, com recurso à aplicação dos conceitos descritos no capítulo 2.

Numa fase inicial foram criadas ferramentas de análise, de forma a definir os pontos críticos da organização e que, de certa forma, pudessem contribuir para uma monitorização constante do departamento:

- Custos de manutenção (cockpit de indicadores);
- Monitorização das acções de manutenção preventiva e curativa.

Na criação das bases para a reformulação dos processos de manutenção, foi necessário obter uma lista actualizada dos equipamentos e instalações existentes na fábrica. Como tal não se verificava, foi necessário efectuar um levantamento rigoroso dos mesmos.

O histórico de avarias nos equipamentos foi analisado, com vista a uma tipificação destas, sendo também realizados estudos fiabilísticos a um conjunto de equipamentos.

Depois de estudados os modos de falha dos equipamentos, procedeu-se à reestruturação do programa de manutenção preventiva. Para que tal fosse levado a cabo, realizaram-se trabalhos em 5 grandes áreas:

- Estudo dos equipamentos passíveis de manutenção preventiva;
- Criação de listas de tarefas adequadas a cada tipo de equipamento;
- Calendarização das operações de manutenção preventiva;
- Reestruturação do módulo de manutenção preventiva do sistema SAP;
- Imputação dos custos de manutenção preventiva às respectivas ordens.

Com vista a uma maior responsabilização dos colaboradores para com os seus equipamentos, foi criado um sistema de manutenção preventiva de 1º nível para um conjunto de equipamentos.

Finalmente, foram revistos e criados procedimentos de trabalho para que os sistemas de manutenção preventiva e da gestão de equipamentos fossem regularizados e mantidos dessa forma.

		Fevereiro			Março					Abril				Maio				Junho				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Cockpit de Indicadores da Manutenção																					
2	Ferramenta de Monitorização de Acções de Manutenção																					
3	Actualização de Inventário de Equipamento																					
4	Codificação de Equipamentos - Número Técnico																					
5	Trabalhos relativos a Manutenção Curativa																					
6	Trabalhos relativos a Manutenção Preventiva																					
7	Procedimentos de Trabalho																					

Figura 30 - Cronograma do trabalho desenvolvido

4.1. Criação de Cockpit de Indicadores da Manutenção

O trabalho inicial passou pela criação de uma ferramenta que permitisse uma sintetização dos custos visíveis de Manutenção. Como descrito no ponto 2.5, por custos visíveis de Manutenção entendem-se os custos relativos aos materiais, mão-de-obra e à prestação de serviços contratados a entidades externas, no âmbito dos trabalhos de Manutenção.

Através da codificação existente da classe de custo, foi possível dividir estes custos em 6 rubricas:

- Equipamentos de Curta Duração (ferramentas, equipamentos de apoio à produção);
- Conservação e Reparação de Edifícios;
- Conservação e Reparação de Infra-estruturas;
- Conservação e Reparação de Máquinas e Utensílios;
- Conservação e Reparação de Equipamentos de Transporte;
- Conservação e Reparação de outro Imobilizado.

Estas rubricas foram ainda subdivididas em diferentes classes de custo com o objectivo de detalhar as informações, podendo dar uma visão mais abrangente e ao mesmo tempo sintetizada dos custos.

Depois de definido o *output* pretendido, foi criada uma ferramenta em Excel, na qual foi definido um conjunto de acções de forma a automatizar o processamento dos registos dos custos, de maneira a que, mensalmente, o *output* pretendido seja obtido de forma automática.

Numa primeira fase é feita uma selecção dos dados importantes para análise e uma divisão por secção, obtendo como resultado uma síntese de registos de custos referentes a cada uma das secções. Cada registo de ordem de manutenção curativa, apresenta, na maior parte dos casos, três custos referentes a mão-de-obra, custos gerais de fabrico e materiais. Ainda nesta fase estes três custos são reduzidos a dois, já que os custos gerais de fabrico e de mão-de-obra são ambos dependentes do tempo gasto na reparação, representando apenas um custo. Um exemplo da lista obtida neste passo é apresentado na primeira figura do anexo C.

A partir de cada uma destas listas é gerada uma síntese, agrupando os registos por rubrica e classe de custo (segunda figura do anexo C). No final do ano, é possível também obter uma síntese dos registos mensais de todas as secções. Um exemplo do output obtido com esta ferramenta é apresentado na terceira figura no anexo C.

4.2. Criação de Ferramentas de Monitorização de Acções de Manutenção

Para que as intervenções da Manutenção fossem analisadas de forma rápida e intuitiva, foi criada uma ferramenta baseada em Excel, a qual processa os dados relativos às manutenções (curativas e preventivas). Numa primeira fase a ferramenta agrupa os registos dos dois tipos de ordem de manutenção, criando a base para que fossem efectuadas pesquisas rápidas e automáticas sobre determinado equipamento, sendo possível obter:

- Listagem com todos os custos que a empresa teve com o equipamento (incluindo a compra e todas as tarefas de manutenção) (Tabela 1 e Tabela 2);
- Listagem com todas as manutenções curativas que o equipamento sofreu.

Tabela 1 - Exemplo de output da ferramenta de monitorização das intervenções

Tipo	Ordem	Secção	Equip.	Descrição	Custos	Data
COMPRA	236-472	4006	532710	BOMBA COLAR VIDROS GRACCO	4968,00	30-09-2008
PM01	510000005746	4006	532710	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,00	09-04-2009
PM01	510000008160	4006	532710	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,00	09-07-2009
PM01	510000008398	4006	532710	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,00	07-10-2009
PM01	510000008964	4006	532710	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,00	04-01-2010
PM01	510000009179	4006	532710	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,00	07-04-2010
PM02	520000008260	4006	532710	Máquina dar cola	171,15	05-01-2009
PM02	520000008658	4006	532710	REPARAR BOMBA	68,46	16-02-2009
PM02	520000008733	4006	532710	Máquina dar cola	91,28	25-02-2009
PM02	520000009044	4006	532710	Máquina dar cola	91,28	09-04-2009
PM02	520000009373	4006	532710	REPARAR MAQ. DAR COLA	45,64	08-06-2009
PM02	520000009627	4006	532710	Bomba de colar vidros	284,55	21-07-2009
PM02	520000009679	4006	532710	Máquina de dar cola	91,28	29-07-2009
PM02	520000009860	4006	532710	SUBSTITUIR MANGUEIRA	118,60	17-09-2009
PM02	520000010074	4006	532710	Substituir mangueira e articulação	366,32	30-10-2009
PM02	520000010721	4006	532710	Máquina de dar cola	25,13	25-02-2010

Além destas pesquisas, foi criado um outro tipo de análise de suporte à manipulação das periodicidades das manutenções preventivas, tornando possível ao utilizador estipular um limite e obter uma listagem com todos os equipamentos que, em determinado período, sofreram mais do que aquele limite de manutenções curativas. Esta análise torna também possível detectar eventuais anomalias em equipamentos que sejam intervencionados mais do que o considerado normal.

Anualmente pode ainda ser obtido um mapa com a quantidade de cada um dos tipos de intervenção ocorridos em cada uma das secções da fábrica, e os respectivos custos (Tabela 2).

Tabela 2 - Mapa Anual de Intervenções de Manutenção (excerto)

	Janeiro		**Fevereiro**		**…**	**Dezembro**		**Total**	
	Prev.	Curativa	Prev.	Curativa		Prev.	Curativa	Prev.	Curativa
4001	7	43	14	26	…	12	14	229	234
	0	2.116,51	0	1.628,93	…	0	665	0	16.528,93
4002	39	24	0	30	…	20	14	441	231
	0	2.647,90	0	1.549,91	…	0	799,27	0	17.055,06
4004	20	27	1	36	…	6	22	88	274
	0	2.969,09	0	3.733,10	…	0	1.701,29	0	27.627,36
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
4092	9	3	0	7	…	4	2	40	38
	0	205,38	0	523,36	…	0	53,14	0	3.232,1
Total	135	235	39	248	…	126	145	3433	2149
	0	17.019,96	0	17.967,80	…	0	10.196,85	0	163.769,50

4.3. Actualização do Inventário de Equipamentos

Como já mencionado, o SAP não reflectia a realidade no que dizia respeito aos equipamentos existentes na fábrica. Para corrigir este problema, foi efectuado um levantamento rigoroso, constituído por várias fases, aos equipamentos existentes.

Em 2007 a CaetanoBus vendeu os equipamentos, cuja função estava relacionada com actividades de pintura, à empresa que presta serviços nesta área (Glasurit – Basf). No entanto, estes equipamentos nunca foram retirados da lista de equipamentos no SAP. Numa primeira fase, foi feito o levantamento destes equipamentos, seguindo-se uma revisão aos registos (em papel) do abate de equipamentos, com a finalidade de encontrar casos nos quais o abate não tinha sido formalizado em SAP.

Como se verificava que o registo dos equipamentos em SAP continuava bastante desactualizado, efectuou-se um levantamento dos equipamentos, por posto de trabalho, de cada secção. Este levantamento, dada a natureza móvel de grande parte dos equipamentos da fábrica, foi realizado em várias fases.

Pretendia-se que cada equipamento estivesse afectado a um posto de uma determinada secção da fábrica. Apesar de esta afectação dever ser feita aquando do registo do equipamento no SAP, tal nem sempre se verificava. Para corrigir esta situação e com o objectivo de tornar os registos os mais completos possíveis, no levantamento efectuado foram registados assim, para cada equipamento, a secção e o posto correspondente.

Um dos principais problemas que afectou a desactualização dos equipamentos foi o facto de os colaboradores estarem conscientes de que os equipamentos pertenciam a cada um deles. Desta forma, quando mudavam de posto, ou mesmo de secção, levavam os equipamentos com eles, não sendo actualizado o SAP com a nova localização. Como tal, a par do levantamento efectuado, foi levada a cabo uma sensibilização aos colaboradores sobre a pertença de um equipamento ao posto de trabalho e não ao colaborador.

Definida a lista de equipamentos existente na fábrica, pretendia-se que a descrição dos equipamentos passasse a ser coerente e de fácil leitura. Para tal, foi criada uma norma de construção da descrição do equipamento, constituída por um máximo de 4 informações, respectivamente: família, tecnologia, tipo e marca. Pretende-se que esta descrição seja a mais detalhada possível, existindo, no entanto, casos nos quais não é possível descrever estas 4 informações. A norma criada é explicada no procedimento “Gestão de Equipamentos” no anexo J.

4.4. Codificação de Equipamentos – Número Técnico

Definido o inventário de equipamentos existente na fábrica, estavam reunidas as condições para que os equipamentos fossem, de alguma forma, agrupados por características semelhantes, sejam elas funcionais, tecnológicas ou mesmo contabilísticas. Apesar de já existir, na fábrica, uma norma para codificação do número técnico dos equipamentos (criada na década de 80), esta nunca tinha sido alvo de actualização. Pretendia-se que os agrupamentos fossem feitos da forma mais intuitiva possível e que detivessem o menor grau de ambiguidade.

A melhor opção, de forma a satisfazer as condições anteriormente descritas, foi a de agrupar os equipamentos por tipo de equipamento e tipo de tecnologia (eléctrica, pneumática, etc.),

adoptando-se assim uma identificação codificada de acordo com $2X_1$-XX_2-XX_3. Este sistema de numeração, partindo de uma caracterização da classe de imobilizado do equipamento, vai avançando, aumentando gradualmente o nível de especificidade do mesmo, primeiro para o tipo de equipamento e finalmente para o tipo de tecnologia.

Figura 31 - Formato do número técnico

4.5. Manutenção Curativa

Um dos problemas referidos na avaliação da situação existente foi o facto de não haver um histórico de avarias detalhado, nomeadamente a inexistência da tipificação das avarias. Tal facto impedia a monitorização do volume de avarias por tipo e a realização de análises fiabilísticas aos equipamentos. A resolução deste problema teve duas grandes fases: tipificação das avarias dos equipamentos e sua implementação no tratamento das manutenções curativas, e definição dos equipamentos críticos e estudo fiabilístico dos mesmos.

4.5.1. Tipificação das Avarias nos equipamentos

Numa fase inicial foi necessário fazer o levantamento do tipo de avarias. Este levantamento foi feito através da análise das ordens de manutenção, nomeadamente da descrição das avarias e do material utilizado na reparação. Estas informações eram, muitas das vezes, insuficientes na identificação das avarias, já que as suas descrições eram colocadas aquando do lançamento da nota de manutenção no sistema SAP pelo próprio operador da máquina e que apenas sabia que a máquina tinha avariado. Quanto à descrição do material utilizado na reparação, revelava-se também uma fonte incerta, visto que muitas reparações eram realizadas sem gastos de material. Depois de analisadas as ordens de manutenção, e de criada listas preliminares de avarias principais, a equipa de Manutenção foi consultada na sua revisão, visto que a equipa era quem realizava a análise de todas as avarias, ainda que nem todas as reparações fossem levadas a cabo pela própria.

Como já referido, existe uma grande diversidade de equipamentos na fábrica. Como tal, torna-se muito difícil criar uma lista de modos de falha genéricos que seja utilizada para todos os equipamentos existentes na fábrica. Foram criadas assim listas com os modos de avaria para cada tipo de equipamento.

A título de exemplo são apresentadas as codificações das avarias para as bombas de cola e para os aparelhos de soldar, nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Figura 32 - Bomba de cola

Figura 33 - Aparelho de soldar

Tabela 3 - Codificação das avarias das bombas de cola

Bomba de cola	
Código da avaria	Descrição da avaria
BC01	Avaria na mangueira da cola
BC02	Mangueira de ar comprimido
BC03	Joelho
BC04	Pistola
BC05	Manómetro
BC06	Passador
BC07	Garras
BC08	Pressão
BC09	Outros

Tabela 4 - Codificação das avarias dos ap. de soldar

Aparelhos de Soldar	
Código da avaria	Descrição da avaria
AS01	Tocha
AS02	Sistema de Arrasto do Arame
AS03	Sistema de Massa
AS04	Cabo de Alimentação
AS05	Sistema de gás
AS06	Placa de Rectificação
AS07	Ventilador
AS08	Corpo do Aparelho
AS09	Outros

Pretende-se assim que esta tipificação se torne parte integrante do processamento de reparação de avarias. Ao fechar uma ordem de manutenção curativa, a Manutenção deve então seleccionar o código do tipo de avaria detectado nas listas, além de registar o tempo dispendido e os materiais utilizados na reparação. Desta forma poder-se-ão realizar análises fiabilísticas, como as apresentadas no ponto seguinte, de forma simples e rápida.

4.5.2. Análises Fiabilísticas

Antecipando o trabalho de reestruturação do sistema de manutenções preventivas, nomeadamente a criação de novas listas de tarefas a executar nas manutenções preventivas e as respectivas periodicidades, foi necessário efectuar um estudo fiabilístico dos equipamentos a fim de ajustar estas propriedades das manutenções preventivas.

Do registo histórico existente (desde o início do ano de 2009 até Maio de 2010) levantaram-se elementos por equipamento, apresentando-se a título de exemplo, na Tabela 5, o levantamento efectuado para as bombas de cola e para os aparelhos de soldar.

Tabela 5 - Síntese do registo histórico existente

Equipamento	Nº Equip.	Nº Interv.	Tempo total em reparação (min.)	Tempo médio por reparação (min.)
Bombas de Cola	8	51	8415	165
Aparelhos de Soldar	61	178	16954,5	98,25

Relativamente ao estudo do MTTR – *Mean Time To Repair* (tempo médio de reparação), o histórico existente revelava-se inconsistente quanto a este aspecto, contendo tempos bastante díspares para o mesmo tipo de reparação. Apesar de não existirem dados sobre o tempo de indisponibilidade do equipamento, sabia-se que estes eram por vezes muito diferentes dos tempos de reparação, visto que em alguns dos casos tinha-se de esperar que o fornecedor fornecesse as peças necessárias para a reparação. O estudo realizado passou assim apenas por uma análise ao tempo médio entre falhas (MTBF).

Para exemplificar os cálculos realizados durante este trabalho, são apresentados no anexo D e E, respectivamente, os cálculos para dois modos de falha das bombas de cola e para um modo de falha dos aparelhos de soldar. Estes modos de falha foram os únicos escolhidos para análise visto que eram os que apresentavam uma distribuição de falha proporcional à utilização dos equipamentos.

O modelo escolhido para efectuar esta análise foi o modelo de *Weibull* que, como já referido, por ser uma lei a três parâmetros permite ajustar correctamente todos os tipos de resultados experimentais e operacionais.

Como a utilização do modelo de *Weibull* implica a recolha de resultados em funcionamento (TBF – intervalo entre duas avarias), a primeira etapa passou pela construção do histórico de avarias dos equipamentos. O levantamento realizado foi moroso, visto que não era possível obter este tipo de informações de forma automática. Deste levantamento resultaram tabelas como as apresentadas no primeiro passo do anexo D, referentes a cada modo de falha de cada tipo de equipamento. De forma a preparar os dados e a organizá-los, foram construídas tabelas como as apresentadas no passo 2 dos anexos D e E. Estas tabelas incluem as frequências acumuladas de avarias – coluna F (i) – que não são mais que aproximações de F (t). Estas frequências são calculadas, segundo Ferreira (1998), da seguinte forma:

- Para amostras N > 50:

$$F_i = \frac{número\ de\ avarias\ antes\ de\ t_i}{número\ de\ avarias\ totais} \qquad \text{(Equação 4.1)}$$

- Para amostras entre 20 e 50 – valor de F (i) corrigido (classe média):

$$F(i) = \frac{i}{N+1} \qquad \text{(Equação 4.2)}$$

- Para amostras N < 20 – valor de (i) corrigido (classe medianas - *Bénard*):

$$F(i) = \frac{i-0{,}3}{N+0{,}4} \qquad \text{(Equação 4.3)}$$

Os pontos M (F (i); t) foram transportados para o papel de *Weibull*, obtendo-se uma nuvem de pontos que, depois de ajustada, dá origem a uma recta dita de *Weibull*. Os passos que se seguiram foram os seguintes:

- Traçado da recta D_1 de regressão do conjunto de pontos M (através de uma regressão linear);
- Obtenção do valor de η, através do corte da recta D_1 de regressão com o eixo A(t; η), na abcissa t = η;
- Traçado da recta D_2, paralela a D_1, passando por η = 1 (origem de X,Y). A recta D_2 corta o eixo b num ponto que dá o valor de β.

São obtidos os valor de γ, η e β. A partir do valor de β e pela consulta das tabelas no anexo F, obtêm-se o valor de A e B, tornando possível os cálculos do MTBF através da Equação 4.4 e do desvio-padrão através da Equação 4.5.

$$MTBF = A\eta + \gamma \qquad \text{(Equação 4.4)}$$

$$\sigma = B\eta \qquad \text{(Equação 4.5)}$$

Através da consulta do gráfico construído, a partir do MTBF obtido, verifica-se o valor de R (t) – Fiabilidade – que significa a quantidade de vezes que, em média, o MTBF é atingido, antes de existir uma avaria.

4.6. Manutenção Preventiva

O trabalho desenvolvido no âmbito das manutenções preventivas teve como principal objectivo a regularização do sistema informático e da carga de trabalho da equipa de Manutenção.

Numa fase inicial, efectuou-se um estudo para determinar que equipamentos existentes na fábrica tinham necessidade de manutenção preventiva. Foram criadas novas listas de tarefas e estabelecidas periodicidades de inspecção para esses equipamentos. Com vista a uma carga de trabalho uniforme ao longo do ano relativamente a este tipo de tarefa, as respectivas ordens de manutenção preventiva foram convenientemente calendarizadas. Todo este trabalho foi devidamente registado no sistema SAP sendo que, a partir da estrutura informática existente, foram criados novos planos de manutenção, com a finalidade de tornar a nova organização do sistema informático mais intuitiva.

Como a carga de trabalho, apesar de uniforme, se revelou bastante grande para a reduzida equipa de Manutenção, decidiu-se envolver os próprios operadores dos equipamentos na sua manutenção preventiva. Foram assim definidos dois níveis de manutenção preventiva: o 1º nível relativo à manutenção preventiva realizada pelos próprios operadores dos equipamentos e o 2º nível relativo à manutenção preventiva realizada pela equipa de Manutenção.

4.6.1. Estudo dos Equipamentos Passíveis de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva deve ser implementada em equipamentos que sejam preponderantes para o funcionamento de uma empresa, caso contrário não passará de um desperdício de dinheiro e de tempo dos colaboradores. Para que tal não aconteça, tornou-se fundamental classificar os equipamentos relativamente à sua necessidade de manutenção preventiva e importância para a empresa.

São vários os métodos que podem auxiliar no tratamento deste tipo de problema. No entanto, o método *Ipinza* (Bastos, 2000) trata este tipo de problema de modo mais analítico, englobando critérios como:

- Valor do equipamento para a produção;
- Valor económico do equipamento;
- Número de equipamentos alternativos;
- Existência de componentes em stock que garantam uma reparação rápida.

A partir da análise de cada característica (Tabela 6), atribuíram-se pontos a cada situação, sendo estabelecido o tipo de manutenção que o equipamento justificará através do valor da soma dos pontos de cada característica (Tabela 7).

Tabela 6 - Distribuição da Pontuação do Método *Ipinza* (Bastos, 2000)

Característica	Estado	Pontuação
Efeito na Produção	Pára	4
	Reduz	2
	Não Pára	0
Valor Técnico-Económico do Equipamento	Alto	4
	Médio	2
	Baixo	1
Prejuízo - à máquina em si	Sim	2
	Não	0
Prejuízo - ao processo	Sim	3
	Não	0
Prejuízo - ao pessoal	Risco	1
	Sem risco	0
Dependência Logística	Estrangeiro	2
	Local	0
Dependência de Mão-de-Obra	Terceiros	2
	Própria	0
Probabilidade de Avaria (Fiabilidade)	Alta	1
	Baixa	0
Facilidade de Reparação	Alta	1
	Baixa	0
Flexibilidade e Redundância	Simples	2
	By-Pass	1
	Dupla	0

Tabela 7 - Classificação do Método *Ipinza* (Bastos, 2000)

Nº de Pontos	Aplicação de Manutenção Preventiva	Sugestão
19 - 22	Crítica	Manutenção Preventiva
13 - 19	Importante	Manutenção Preventiva
6 - 13	Conveniente	Manutenção Curativa
0 - 6	Opcional	Manutenção Curativa

O departamento de Manutenção da empresa é responsável pela manutenção de todos os equipamentos, excepto dos equipamentos de monitorização e medida, responsabilidade do departamento de Qualidade. Depois da actualização de inventário, descrita no ponto 4.3, sabia-se que a fábrica dispunha de 1463 equipamentos e instalações, dos quais cerca de 1216

tinham a sua manutenção a cargo do departamento de Manutenção. A aplicação do método *Ipinza* revelou que, apenas pouco mais de 30% do total de equipamentos necessitava de manutenção preventiva, sendo que apenas cerca de 5% apresentavam necessidades críticas de manutenção preventiva.

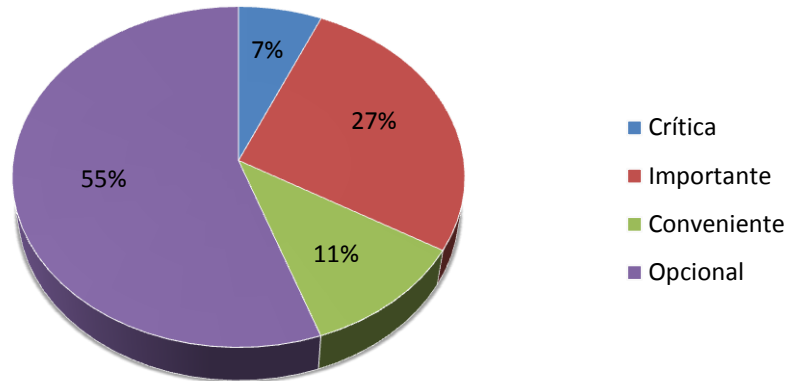



Figura 34 - Distribuição das necessidades de manutenção preventiva

Depois de obtidos os resultados referentes a esta análise, a equipa de Manutenção foi consultada a fim de se obterem pareceres sobre eventuais casos aos quais esta análise não deu uma resposta adequada. Pretendeu-se assim aliar aos resultados da análise, o conhecimento humano das máquinas que a equipa de Manutenção possui.

4.6.2. Manutenção Preventiva de 2º Nível

4.6.2.1. Listas de Tarefas

A lista de tarefas de manutenção preventiva consiste nas instruções a efectuar no equipamento em cada intervenção de manutenção preventiva.

As instruções devem ser criadas segundo fontes de informação cuidadosamente seleccionadas. As fontes de informação utilizadas na construção das listas de tarefas foram os manuais dos equipamentos, os fornecedores dos equipamentos e os colaboradores da fábrica, quer do departamento de Manutenção, quer os próprios operadores dos equipamentos. Estas informações são muito preciosas pois os colaboradores têm um conhecimento pessoal das máquinas, lidando com elas numa base diária.

Para cada instrução, é estabelecida uma periodicidade, estipulada da mesma forma e com um cuidado idêntico à estipulação das instruções. Só com a definição da periodicidade óptima de intervenção se pode retirar o máximo rendimento de um programa de manutenção preventiva.

A organização das ordens de manutenção preventiva foi feita de forma normalizada para que a sua realização seja clara para o executante. As instruções são apresentadas no formato *check-list* de forma a simplificar o processo de execução da ordem de trabalho e o seu controlo. Cada ordem de trabalho foi criada descrevendo:

- Instruções descritas de modo claro e objectivo, e respectiva periodicidade;
- Requisitos de segurança;
- Ferramentas e peças de substituição necessárias.

Como referido no ponto 4.4, de forma a simplificar o sistema e evitar alguma burocracia, o código lista de tarefas foi criado com base no formato do número técnico dos equipamentos. Visto que existem máquinas com o mesmo número técnico (isto é, sejam da mesma família e detenham o mesmo tipo de tecnologia) mas que compreendem necessidades de manutenção preventiva diferentes, surgiu a necessidade de, na criação do código lista de tarefas, adicionar dois algarismos à sua codificação base (número técnico do equipamento). A codificação é feita então da seguinte forma: $2X_1$-XX_2-XX_3-XX_4.

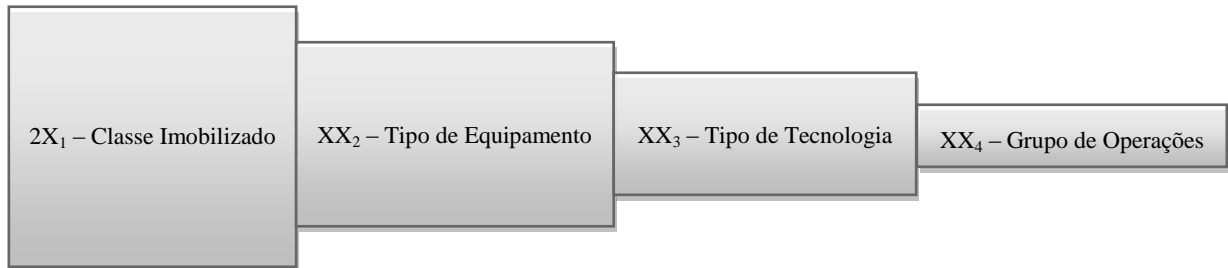



Figura 35 - Formato do código lista de tarefas

4.6.2.2. Calendarização

Como referido na caracterização da situação existente (ponto 3.3.2), a distribuição anual das operações de manutenção preventiva não era regular. Para que a nova situação não tivesse o mesmo defeito, foi preciso calendarizar as operações com o objectivo de uniformizar a sua distribuição anual. Esta calendarização foi criada também com vista à minimização do tempo dispendido da equipa de Manutenção nas deslocações aos equipamentos.

Através de uma lista dos equipamentos passíveis de manutenção preventiva, das respectivas periodicidades e localizações, foi criado um mapa com as intervenções previstas que esses equipamentos iriam sofrer durante um ano. Com o auxílio desse mapa foi possível manipular as cargas semanais que o departamento de Manutenção iria ter com os trabalhos de manutenção preventiva, bem como agrupar também, na medida do possível, as intervenções por localização.

4.6.2.3. Reestruturação do Sistema de Manutenção Preventiva no SAP

Para finalizar a reformulação do sistema de manutenção preventiva, tornou-se possível dar o último passo – a sua implementação no sistema ERP. Este trabalho foi levado a cabo como se da implementação de um novo sistema se tratasse. De facto, todos os registos existentes relativos à manutenção preventiva (listas de tarefas, periodicidades, datas e planos de manutenção) registados no SAP foram eliminados.

A implementação do sistema com todos os registos actualizados teve assim 4 etapas:

1. Registo das novas listas de tarefas;
2. Registo das datas de intervenção (calendarização anual das intervenções);
3. Criação dos planos de manutenção que, por questões informáticas, tiveram de ser elaborados de acordo com a periodicidade e primeira semana de intervenção dos equipamentos no ano;

4. Associação dos equipamentos aos planos de manutenção e às respectivas listas de tarefas, o que resultava na criação de itens de manutenção preventiva.

4.6.2.4. Imputação dos Custos de Mão-de-obra nas Manutenções Preventivas

Para que a análise e estudo das acções de manutenção preventiva e curativa seja completa, foi necessário aliar ao sistema de registo histórico, um controlo de custos eficaz. As ferramentas de monitorização concebidas no início do projecto de dissertação, descritas nos pontos 4.1 e 4.2, foram criadas com esse propósito mas só iriam atingir o seu máximo de utilidade quando os custos de mão-de-obra das manutenções preventivas fossem imputados às respectivas ordens.

Como até à data nunca se havia registado os tempos dispendidos na realização da manutenção preventiva dos equipamentos, os respectivos custos (que são calculados de forma automática a partir dos tempos registados) nunca foram também contabilizados. Para contrariar tal facto, era necessário que os tempos fossem registados no final da execução de cada ordem. Desta forma, e diminuindo a diferença de tempo entre a execução e o registo, poder-se-ia considerar o registo como fidedigno e passar a monitorizar as acções de manutenção preventiva, de forma similar ao que já se fazia com as intervenções curativas.

4.6.3. Manutenção Preventiva de 1º Nível

O número de intervenções previstas relativas a manutenção preventiva nos equipamentos e instalações da fábrica era muito grande para a capacidade que o departamento de Manutenção dispunha para este tipo de trabalhos. Recorrendo à filosofia TPM para dar solução a este problema, decidiu envolver-se os responsáveis pelo equipamento na sua manutenção. Este tipo de manutenção é, no fundo, a já referida manutenção de 1º nível, podendo também ser designada por manutenção autónoma. Este trabalho foi desenvolvido com base nos conceitos de Nakajima (1988) sobre este tipo de manutenção referenciados em 2.6.1.

Inicialmente foram analisadas as listas de tarefas criadas para a manutenção preventiva de 2º nível (descritas no ponto 4.6.1), no sentido de verificar quais as tarefas que fariam sentido passar a ser realizadas pelos operadores dos equipamentos de forma autónoma. Tarefas como limpezas, verificações e lubrificações foram seleccionadas à partida como as tarefas mais propícias a fazer parte deste tipo de manutenção. A periodicidade das tarefas foi também alvo de estudo, ficando estabelecido que, devido à natureza dos equipamentos e à própria utilização, a maior parte das verificações seriam realizadas numa base diária, enquanto que a maioria das limpezas e das lubrificações seriam realizadas semanalmente. Esta distribuição permitia minimizar as perdas de tempo do operador com este tipo de manutenção, revelando-se igualmente efectiva. Durante esta análise, e no sentido de apurar as tarefas mais atractivas para transitar de nível de manutenção, foi necessária uma articulação constante com a equipa de Manutenção, mas também com os próprios operadores dos equipamentos, que são, no fundo, quem tem mais contacto com os equipamentos, em muitos dos casos, numa base diária.

Depois de seleccionados os equipamentos e as tarefas a ser executadas pelos operadores, elaboraram-se os modelos das fichas de manutenção e do registo da execução das operações. Estes documentos deveriam ser explícitos e simples, para que a execução da manutenção preventiva de 1º nível ocorresse da forma mais serena possível. As fichas de manutenção foram criadas com o propósito de servir de guia à execução das tarefas, disponibilizando

informações como a descrição das mesmas, o modo de execução, a periodicidade e os materiais e ferramentas necessários à sua execução. Em algumas tarefas achou-se conveniente incluir figuras explicativas nas respectivas fichas de manutenção, de forma a facilitar a percepção do operador.

Para que a implementação do sistema de manutenção preventiva de 1º nível ocorresse da forma mais pacífica possível, foi proporcionada uma formação aos operadores dos equipamentos. Esta teve a forma de uma apresentação sobre as vantagens deste tipo de manutenção e dos planos criados, com a explicação pormenorizada de cada uma das tarefas.

A equipa de manutenção foi responsabilizada por verificar a execução das tarefas (através da leitura dos registos diários e semanais) e de receber eventual *feedback* dos operadores, nomeadamente oportunidades de melhoria relativas à manutenção no equipamento, de forma a aperfeiçoar, de forma iterativa, as fichas de manutenção de 1º nível.

No anexo G encontram-se as fichas de manutenção preventiva de 1º nível para as bombas de cola e para os aparelhos de soldar e no anexo H o modelo para registo da execução de manutenção preventiva de 1º nível.

4.7. Criação de Procedimentos de Trabalho

Como referido anteriormente, a organização carecia de procedimentos de trabalho adequados à sua realidade. De maneira a resolver este problema, e também a criar formas para que o trabalho realizado continuasse a ser seguido de forma rigorosa com o passar do tempo, foi reformulado o procedimento “Processamento de Manutenções Preventivas” e criado um procedimento denominado “Gestão de Equipamentos”, com a finalidade de manter o registo de equipamentos o mais actualizado possível.

Cada procedimento de trabalho foi estruturado em 5 pontos:

1. Objectivo do procedimento
2. Âmbito – no qual se define a relação do procedimento com a instituição
3. Definições – eventuais definições utilizadas na descrição do procedimento
4. Referências / Documentos – documentos de suporte ao procedimento de trabalho
5. Metodologia

A metodologia de cada um dos procedimentos de trabalho em estudo é apresentada nos pontos 4.7.1 e 4.7.2.

4.7.1. Procedimento Manutenções Preventivas

Este procedimento tinha por objectivo definir os procedimentos referentes à manutenção preventiva a efectuar pela Produção (manutenção preventiva de 1º nível) e pela Manutenção (manutenção preventiva de 2º nível).

Na secção de descrição da metodologia do procedimento de trabalho foi necessário então descrever os aspectos relativos à execução da manutenção preventiva, de acordo com o trabalho realizado e descrito no ponto 4.6. Assim, relativamente aos dois tipos de manutenção, é descrito:

- a criação, disponibilização e modificação das listas de tarefas e respectivas periodicidades;
- o registo de equipamentos com necessidades de manutenção preventiva;
- a execução das inspecções de manutenção preventiva;
- as responsabilidades inerentes a cada tipo de manutenção preventiva.

O procedimento de trabalho implementado pode ser consultado no anexo I.

4.7.2. Procedimento Gestão de Equipamentos

Na criação do procedimento de Gestão de Equipamentos foram disponibilizadas todas as informações necessárias à gestão de equipamentos já abordadas neste capítulo, nomeadamente a codificação do número técnico, a identificação e a normalização da descrição dos equipamentos. Foram também disponibilizadas outras informações relativas à gestão dos equipamentos, nomeadamente o seu registo, modificação e abate.

No seguimento da actualização do inventário, descrita no ponto 4.3, houve necessidade de criar procedimentos para que a lista de equipamentos existentes na fábrica se mantivesse a mais actualizada possível. Para tal, a equipa de Manutenção teria de disponibilizar uma lista (em formato normalizado) em espaço informático partilhado para que cada uma das chefias pudesse manter um controlo apertado sobre os equipamentos que são da sua responsabilidade.

O procedimento de trabalho implementado pode ser consultado no anexo J.

4.8. Outros Trabalhos

No decurso do projecto de dissertação, foram vários os trabalhos realizados a par dos grandes projectos desenvolvidos, descritos anteriormente. Neste ponto referem-se os trabalhos que, pela sua importância e impacto no funcionamento do departamento, merecem ser descritos em detalhe.

4.8.1. Melhorias na Colocação das Notas de Manutenção

Desde o início do projecto de dissertação foram vários os esclarecimentos prestados à equipa de Manutenção e aos próprios colaboradores relativamente à sua interacção com o sistema SAP, na colocação das respectivas notas de manutenção. Como já referido, as notas de manutenção eram geradas pelas chefias das secções quando algum equipamento ou instalação necessitava de reparação (manutenção curativa). O contacto com os colaboradores foi muito útil para a detecção das causas de incorrecções no registo das notas de manutenção, que resultavam em perdas de eficiência por parte da equipa de Manutenção. Como muitas destas incorrecções eram causadas pelo esquecimento de preenchimento de alguns campos, foi tornado obrigatório o preenchimento de todos os campos fundamentais para a boa leitura da nota pela equipa de Manutenção. Tornou-se assim impossível a criação de uma nota com informações incompletas. Este e outros trabalhos foram conseguidos através de uma articulação constante com a empresa que presta serviços na área da consultoria informática à organização.

4.8.2. Criação do Quadro de Informações do Departamento

Quando uma ordem de manutenção é lançada em SAP, é impressa uma folha com esta ordem. Nesta folha encontram-se os dados registados pelo participador da avaria, como a descrição da avaria, o código e descrição do equipamento correspondente, etc. Cada uma destas folhas era colocada numa caixa, à qual cada colaborador se dirigia e, tomando conta da avaria, pegava na respectiva folha e levava para a sua bancada, procedendo então à execução da respectiva manutenção curativa. Quando o colaborador terminava a reparação, preenchia devidamente o registo de manutenção e colocava essa folha numa outra caixa, na qual se encontravam outros registos que aguardavam o seu encerramento em SAP.

Para que este processo se tornasse mais transparente, foi afixado um quadro magnético numa das paredes do departamento, no qual se colocaram 5 caixas magnéticas:

- 1 caixa para colocação das ordens de manutenção por realizar;
- 3 caixas, para cada um dos 3 colaboradores em campo, para colocação das ordens de manutenção em processamento;
- 1 caixa para colocação das ordens de manutenção já realizadas.

Com esta solução foi possível obter uma maior noção do trabalho que estava por realizar, a carga de trabalho que cada colaborador tinha e quais os trabalhos que já tinham sido concluídos. Além disso as bancas de trabalho dos colaboradores destinavam-se agora apenas à resolução de manutenções curativas, deixando de figurar nelas os registos das ordens de manutenção em processamento.

O quadro magnético foi também aproveitado para uma outra inovação: o planeamento semanal dos trabalhos de manutenção preventiva. No início de cada semana era obtido, do sistema SAP, uma lista dos trabalhos a realizar no âmbito da manutenção preventiva de 2º nível nessa mesma semana. Através deste mapa era possível destinar o dia e o colaborador que iria realizar cada tarefa, tornando este processamento mais claro e transparente entre os colaboradores do departamento.

No quadro foram ainda escritas algumas informações como indicadores de desempenho do departamento de Manutenção (número de manutenções curativas e preventivas processadas e respectivo volume de custos, para efeitos de motivação dos colaboradores), além de se ter tornado possível afixar rapidamente informações pontuais e temporárias através de simples ímanes.

Figura 36 - Quadro de informações do departamento de Manutenção

5. Resultados Obtidos

5.1. Criação de Cockpit de Indicadores da Manutenção

Em média, a fábrica gera 800 registos relativos a custos de manutenção nas diferentes secções da fábrica, representando um valor de cerca de €60.000 por mês.

Até à data, uma análise aos custos de manutenção de toda a fábrica era bastante dispendiosa, sendo necessário despender grandes quantidades de tempo, quer na organização dos registos, quer em eventuais somas parciais. Os registos de custos mais elevados acabavam por ser os únicos submetidos a análise.

Através do *output* automático gerado pela ferramenta, criado a partir de todos os registos de custos de um dado período é possível tirar, de forma rápida e intuitiva, várias conclusões relativas a tudo o que foi gasto no período em questão pelo departamento de Manutenção.

A análise do *output* gerado por esta ferramenta é realizada pelo departamento de Manutenção no início de cada mês, sendo posteriormente apresentada à gestão de topo da empresa. Apesar de não ser possível efectuar uma comparação literal, pois anteriormente apenas era possível uma análise por rubrica e por secção, sem muito detalhe, pode-se estimar que este tipo de análise demoraria cerca de 6 horas por mês. Actualmente, através da ferramenta criada, a análise do *output* gerado, além de providenciar informações bastante mais detalhadas, pode ser levada a cabo em apenas 30 minutos, representando uma redução de mais de 90%.

5.2. Criação de Ferramentas de Monitorização de Acções de Manutenção

A um ritmo de produção normal, a fábrica executa, em média, 310 manutenções por mês, sendo que cerca de 200 manutenções referem-se a intervenções de resposta a avaria (manutenção curativa) e as restantes a inspecções de manutenção preventiva. Num ano totalizam-se assim cerca de 2400 manutenções curativas e cerca de 1200 preventivas.

A ferramenta criada surge como um complemento aos tipos de análises que se podem fazer directamente do SAP (que pecam pela sua rigidez). Através desta ferramenta, torna-se possível analisar, de uma forma rápida e precisa, os gastos com manutenção preventiva e curativa por mês e ano, para efeitos de controlo de gestão, mas permite também sintetizar, entre outros:

- os gastos que determinado equipamento teve em cada tipo de manutenção;
- a frequência com que determinado equipamento avaria;
- os tempos médios que ocorrem entre avarias;
- equipamentos por tipo e respectivas manutenções, de forma a definir um padrão temporal de avaria.

A possibilidade de se obter uma lista de equipamentos intervencionados acima de um limite pré-estabelecido, permite também o rápido alerta para equipamentos que, por alguma razão, estão a avariar mais do que o considerado normal.

Esta ferramenta tornou-se fundamental para a boa gestão do serviço de manutenção, sendo utilizada no dia-a-dia e servindo como ponto de partida no estudo de qualquer assunto relativo à manutenção dos equipamentos.

5.3. Actualização do Inventário de Equipamentos

Através deste trabalho foram detectados equipamentos que figuravam na lista mas que apresentavam um registo errado ou já não existiam na empresa. No total, as informações de cerca de 50% dos equipamentos que figuravam na lista encontravam-se desactualizadas. Como já referido no ponto 4.1, numa primeira fase, foram retirados da lista os equipamentos vendidos à Glasurit, empresa prestadora de serviços na área da pintura, seguindo-se uma revisão aos registos em papel do abate de equipamentos. Para concluir o trabalho foi efectuado um levantamento dos equipamentos por secção, chegando-se então à já referida conclusão de que cerca de 50% dos equipamentos registados em SAP apresentavam o seu registo desactualizado. A distribuição destes equipamentos desactualizados é a apresentada na Figura 37.

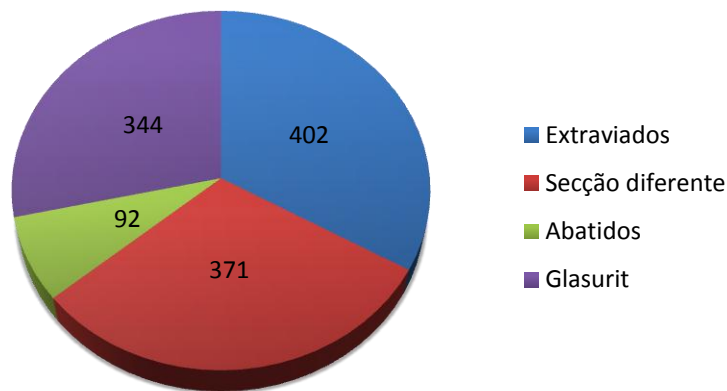



Figura 37 - Distribuição dos equipamentos desactualizados em SAP

Através do levantamento efectuado nas várias secções da fábrica, foram detectados cerca de 127 equipamentos que não tinham sido codificados mas que, por razões da sua monitorização, passaram a ser codificados.

O resultado final deste trabalho foi então uma lista de 1463 equipamentos (inicialmente 2174) totalmente actualizada, com as respectivas descrições devidamente normalizadas, exemplificadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Exemplo de estado actual dos registos dos equipamentos

Centro de Custo	Código	Denominação	Modelo	Nº Ident. Técnica	Valor de Aquisição	Data de Aquisição	Posto de trabalho
4026	532902	Chave Dinamométrica Beta	606/6	2200-00	107,74	29-05-2001	G26.03.3
4026	532903	Aparafusadora Pneumática Bosch	0607461406	2102-07	398,54	16-05-2001	G26.04.3
4026	532904	Bomba Cola Gracco	DYNAMELT	2112-07	8074,29	04-04-2001	G26.04.3
4026	532916	Pistola Cola Manual Sika	AVON 600	2153-01	43,55	07-06-2001	G26.07.3
4026	532928	Serra Circular Eléctrica	GKS 68B	2177-04	322,71	11-07-2001	G26.03.3
4026	532929	Rebitadora Pneumática Beta	1946	2165-07	152,83	19-07-2001	G26.03.3
4026	532935	Pistola Cola Pneumática Sika	TRENT II	2153-07	129,64	17-07-2001	G26.10.3

Através da sensibilização prestada, os colaboradores apresentaram uma clara evolução na sua postura perante os equipamentos, passando a respeitar a pertença dos equipamentos não a cada colaborador, mas ao posto de trabalho. Para apurar a efectividade da mudança de mentalidade que ocorreu durante o projecto de dissertação, foi feita uma monitorização da transferência de um grupo de colaboradores entre secções. Foram assim apuradas as máquinas existentes em cada uma das secções antes e depois da transferência. Constatou-se que, de facto, nenhuma das máquinas tinha sido movida com os colaboradores para a nova secção, concluindo-se assim que os colaboradores estavam conscientes do procedimento a seguir nestes casos.

O trabalho de inventariação dos equipamentos revelou-se fundamental, constituindo uma das bases para a implementação de um sistema de manutenção preventiva numa empresa.

Com a localização correcta, o tempo necessário para entregar um equipamento que sofreu reparação é encurtado. Por dia surgiam em média 2 equipamentos que tinham a sua localização errada em sistema, perdendo-se cerca de 5 minutos além do normal na sua entrega. Num ano são totalizadas mais de 40 horas poupadas por causa deste tipo de falha.

5.4. Classificação de Equipamentos - Número Técnico

Numa fábrica com a dimensão da CaetanoBus, e com a diversidade e quantidade de equipamentos existentes, este tipo de agrupamento revelou-se indispensável, tornando possível o agrupamento de máquinas que, aliado a um inventário actualizado, possibilita a contabilização dos equipamentos por tipo e a sua localização.

Com a nova codificação do número técnico, a gestão dos equipamentos ficou mais clara, organizada e simples. Como se verifica no ponto 4.6.2.1, esta codificação é a base para o código da lista de tarefas a executar nas operações de manutenção preventiva.

A codificação usada no número técnico é apresentada no apêndice do procedimento "Gestão de Equipamentos", localizado no anexo J.

5.5. Manutenção Curativa

A partir da implementação da tipificação das avarias tornou-se possível apurar, de forma simples e imediata, o volume de avarias por tipo de avaria, por máquina ou tipo de máquina. Tal facilidade de consulta e análise tornou possível monitorizar as avarias dos equipamentos de forma a detectar eventuais anomalias ou tendências de avaria consideradas fora do normal.

Através do estudo fiabilístico realizado nos exemplos referenciados no ponto 4.5.2, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Síntese dos resultados fiabilísticos dos equipamentos analisados

Tipo de Equipamento	Modo de Avaria	MTBF (dias)	Desvio padrão	R(t)
Bombas de Cola	Mangueira da cola	96	113	34
	Joelho	128	53	28
Aparelhos de Soldar	Tocha	79	72	39

Através da análise dos resultados destes exemplos, em especial dos valores obtidos para o desvio padrão, observa-se que a dispersão estatística é muito grande. Tal demonstra a existência de falhas com um grande carácter aleatório, levando-nos a concluir que neste caso, o tipo de manutenção a aplicar deve ser exclusivamente curativo.

Para estes casos, pode-se sugerir um estudo dos componentes com maior frequência dos modos de falha descritos e também um aumento da robustez do equipamento, com a intenção de aumentar a sua vida entre falhas (MTBF) e diminuir o desvio padrão. Só depois de reunidas essas condições tornar-se-ia possível considerar uma acção periódica de manutenção preventiva.

Apesar dos resultados obtidos não terem sido satisfatórios, depois de realizado um trabalho deste tipo, torna-se possível definir quantidades óptimas de stock para peças de substituição que sejam utilizadas nas avarias, como é o exemplo das tochas e dos seus componentes nos aparelhos de soldar. Desta forma optimiza-se eventuais stocks, que estejam desregulados, de acordo com as necessidades de reparação e sua periodicidade média (MTBF).

Já foi referenciado que esta análise serve também de base na manipulação das listas de tarefas a executar nas manutenções preventivas, bem como das suas periodicidades. Desta forma pode-se eliminar ou adicionar eventuais instruções que melhorem a fiabilidade das máquinas e/ou aumentar ou reduzir periodicidades de inspecção.

5.6. Manutenção Preventiva

O trabalho realizado no âmbito da reestruturação das manutenções preventivas teve como principais resultados a melhoria dos processos e a redução do tempo dispendido pela equipa de Manutenção na execução das intervenções de manutenção preventiva, consequências de um sistema totalmente actualizado.

Ao classificar os equipamentos relativamente à sua necessidade de manutenção preventiva e importância para a empresa, através do método *Ipinza* e da posterior análise em conjunto com a equipa de Manutenção, foram retirados 11 equipamentos do plano de manutenção preventiva, e adicionados 8. No final desta análise obteve-se então uma lista de 433 equipamentos com necessidades de manutenção preventiva.

De forma a facilitar o trabalho do operador, as instruções de cada lista de tarefas foram totalmente revistas, apresentando-se agora actualizadas de acordo com as necessidades actuais e normalizadas. A periodicidade de inspecção, característica de cada lista, foi estipulada, em alguns casos, de acordo com um pequeno estudo fiabilístico, como o apresentado no ponto 4.5.2, sendo que noutros casos foi estipulada de acordo com as especificações do fabricante.

Depois de eliminar as 73 listas de tarefas existentes, foram criadas 61 listas de tarefas correctamente afectadas a todos os equipamentos existentes, não existindo mais o caso de haver listas de tarefas redundantes, isto é, duas ou mais listas com o mesmo tipo de instruções, nem tão pouco mais do que uma lista de tarefa afectada ao mesmo equipamento. Espera-se que, com o decorrer do tempo, as listas criadas venham a ser aperfeiçoadas, quer nas instruções que contêm, quer nas periodicidades seleccionadas.

A distribuição das 61 listas de tarefas pelos 433 equipamentos com necessidades de manutenção preventiva traduziu-se em 1421 inspecções anuais. Apesar deste número relativamente grande de intervenções, com o novo calendário de manutenções preventivas, o

tempo dispendido em deslocações ao equipamento foi minimizado, visto que as ordens, que são emitidas semanalmente pelo SAP, vêm agora agrupadas por secção. Com a nova calendarização, estima-se que mais de 20 horas tenham sido poupadas anualmente, em deslocações. Além disso a carga semanal foi regularizada, não ultrapassando as 33 inspecções por semana, como comprovado na Figura 38.

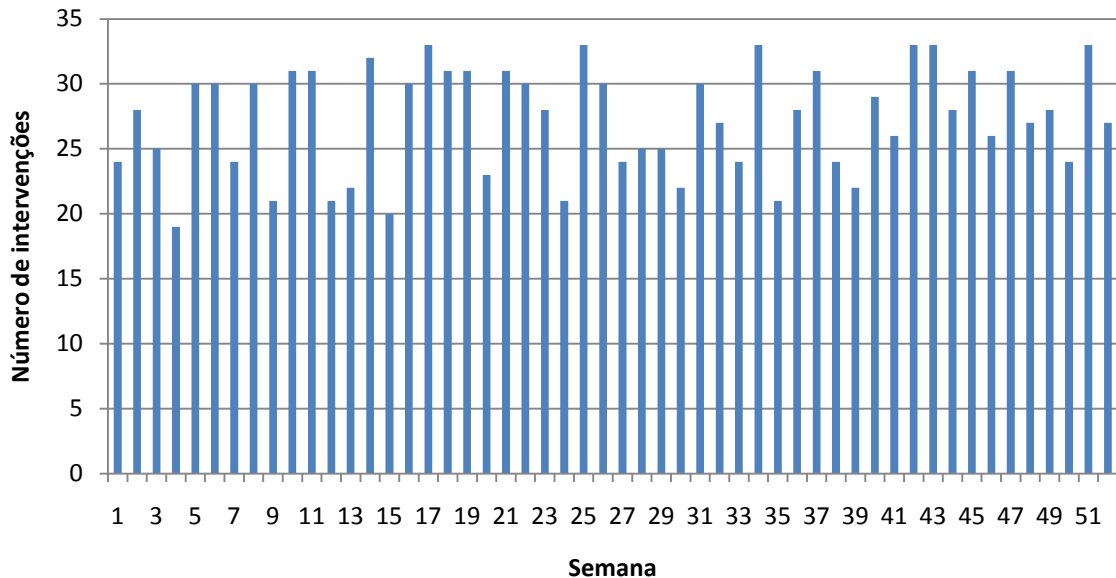



Figura 38 - Reformulação da distribuição anual das inspecções de manutenção preventiva

Através da implementação dos novos dados em SAP, o departamento de Manutenção viu o seu módulo de manutenção preventiva simplificado e devidamente estruturado em função das suas necessidades, mas foi quando se começou a imputar os custos de mão-de-obra às respectivas ordens de manutenção que o departamento (e a própria empresa) passou a contabilizar o que realmente gastava em termos de mão-de-obra nas ordens de manutenção. Torna-se agora possível efectuar eventuais análises custo-benefício relativamente às opções de manutenção disponíveis para os equipamentos.

Apesar do processo de manutenção preventiva ter melhorado e tornado este tipo de trabalho mais simplificado, a equipa de Manutenção continuava a ver-se sobrecarregada por este tipo de trabalho. Foi necessário então dividir a manutenção preventiva em dois níveis – manutenção preventiva de 1º nível e de 2º nível. Para definir quais os equipamentos que fariam sentido ter manutenção preventiva de 1º nível, recorreu-se novamente aos resultados obtidos da aplicação do método *Ipinza* referido em 4.6.1.

Embora a equipa de Manutenção tenha detectado, desde logo, as grandes potencialidades da implementação de um sistema de manutenção preventiva de 1º nível, nomeadamente na redução da sua carga de trabalho, esta inovação não foi bem recebida pelos operadores dos equipamentos, que viam a sua carga de trabalho aumentada. Depois de apresentadas as vantagens durante a formação prestada, esta resistência foi-se dissipando, e os trabalhos estavam já regularizados ao final de três semanas desde a implementação do projecto.

O sistema de manutenção preventiva de 1º nível foi implementado, nesta primeira fase, apenas em dois tipos de equipamentos – bombas de cola e aparelhos de soldar. Apesar disso, estes dois tipos representavam 69 equipamentos, que multiplicando pelas periodicidades, apresentavam 154 intervenções num ano. Esta implementação permitiu assim reduzir as intervenções anuais para 1267 (redução de cerca de 14% relativamente ao estado inicial).

Estima-se que, em termos de tempo dispendido pela equipa de Manutenção neste tipo de operações, se tenha conseguido reduzir mais de 50 horas num ano.

A introdução deste sistema permitiu então simplificar os trabalhos realizados pela equipa de Manutenção, reduzindo a complexidade da organização do sistema de manutenção preventiva (através da redução do número de listas de tarefas) e reduzindo o número de equipamentos intervencionados pela equipa de Manutenção e o total de inspecções anuais respectivas.

Tabela 10 - Evolução do sistema de manutenção preventiva de 2º nível

	Estado Inicial	Estado Intermédio	Estado Final	Redução
Listas de Tarefas	73	61	59	19%
Equipamentos	436	433	364	17%
Inspecções	1473	1421	1267	14%

Como pode ser comprovado na Figura 39, a nova situação permitiu uma calendarização ainda mais regular, com uma carga semanal que não ultrapassa as 30 intervenções.

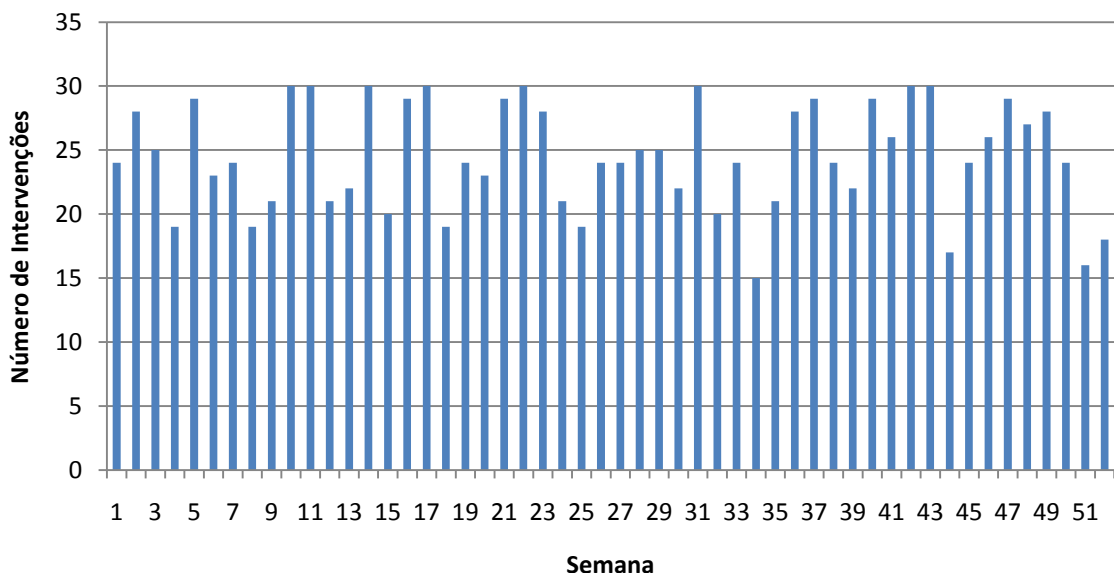



Figura 39 - Estado final da distribuição anual das inspecções de manutenção preventiva

5.7. Criação de Procedimentos de Trabalho

O objectivo dos procedimentos de trabalho é o de formalizar os procedimentos de forma a que as mais diversas tarefas sejam realizadas segundo uma norma. No âmbito do projecto desenvolvido, o objectivo da actualização e criação de procedimentos de trabalho passa por criar formas para que, com o passar do tempo, o trabalho realizado continue a ser seguido de forma rigorosa.

Através da actualização do procedimento de manutenções preventivas, pôde-se fazer referência ao novo tipo de manutenção preventiva em vigor na fábrica (manutenção preventiva de 1º nível) e distingui-lo do que já existia (manutenção preventiva de 2º nível). Através deste procedimento, o utilizador tem agora um guia para seguir nos casos de gerir

listas de tarefas, afecta-las a equipamentos e efectuar as inspecções de forma correcta, entre outros. O procedimento explica também quais as responsabilidades inerentes a cada tipo de manutenção.

Como grandes resultados da actualização deste procedimento de trabalho, temos:

- A preocupação constante com uma carga de trabalho uniforme;
- Gestão de listas de tarefas rigorosa;
- Modo de inspecção normalizado.

Relativamente à gestão de equipamentos, o procedimento criado disponibiliza todas as informações necessárias para se realizar uma boa gestão de equipamentos, tocando, entre outras, as questões abordadas no presente relatório, servindo mais uma vez, como guia absoluto no que diz respeito a este tema.

Como grandes resultados da criação e implementação deste procedimento de trabalho, temos:

- A actualização constante da lista de equipamentos;
- A redução de erros no registo de equipamentos para uma margem mínima;
- O abate de equipamentos realizado de forma rigorosa.

A implementação deste novo procedimento de trabalho permitiu ainda introduzir uma nova mentalidade relativamente aos equipamentos que já não são necessários numa secção – a criação do stock de equipamentos. O procedimento indica assim que os equipamentos que não tiverem uso numa secção devem ser devolvidos à Manutenção. Desta forma, quando uma secção requisita um equipamento, a Manutenção verifica se este existe no seu stock, evitando-se comprar equipamentos que já existam na fábrica e que não tenham utilização.

5.8. Outros Trabalhos

Ao prestar o auxílio necessário às chefias, foram corrigidos diversos erros na colocação das notas de manutenção. Estes erros originavam perdas de eficiência do departamento de Manutenção que perdia tempo a corrigir as notas antes de as transformar em ordens. Detectou-se que, em média, por cada nota de manutenção mal preenchida se perdia 4 minutos na sua correcção. Com a formação prestada e a colocação dos campos de preenchimento obrigatório, estima-se que se tenha reduzido cerca de 60 horas que eram dispendidas anualmente (para uma média de 75 notas de manutenção com erros de preenchimento por mês).

O quadro de informações permitiu uma centralização das informações relativas às ordens de manutenção e uma melhor apresentação das bancas de trabalho. Através do planeamento semanal dos trabalhos de manutenção preventiva, o processamento deste tipo de tarefas ficou mais organizado e claro para os colaboradores do departamento, melhorando a organização semanal das tarefas. O registo dos indicadores de desempenho do departamento acabou por influenciar positivamente a motivação dos colaboradores.

6. Conclusões

A Manutenção tem visto a sua importância a aumentar nas empresas de todo o Mundo, assumindo-se como uma actividade decisiva em termos de competitividade das empresas. No entanto, verifica-se que, actualmente, muitas das empresas portuguesas não dão a importância necessária à função Manutenção.

A CaetanoBus, consciente do impacto económico da actividade da Manutenção nos resultados da sua empresa, decidiu melhorar o seu desempenho, com vista à integração da Manutenção a nível organizativo. O departamento de Manutenção assumiu-se assim como uma actividade decisiva em termos de competitividade da empresa.

6.1. Conclusões do Trabalho Desenvolvido

O principal objectivo deste projecto consistia em transformar o departamento de Manutenção numa actividade preponderante na definição da competitividade da empresa. A criação do cockpit de indicadores e de ferramentas que, de certa forma, pudessem monitorizar as acções de manutenção, completaram as pesquisas mais básicas obtidas do sistema ERP existente na fábrica (SAP/R3). Desta forma, foi possível satisfazer necessidades de análise de informação, quer a um nível mais elevado na organização, através do cockpit de indicadores, quer a um nível inferior, detalhando a informação ao máximo e permitindo ao departamento de Manutenção obter informações pormenorizadas acerca das suas acções diárias, através da ferramenta de monitorização criada. A gestão de topo assistiu assim praticamente desde o início do projecto de dissertação, à obtenção de resultados bastante úteis ao funcionamento da empresa e que iam ao encontro às expectativas iniciais.

O trabalho relativo à actualização do inventário possibilitou um grande contacto com os colaboradores das diferentes áreas da fábrica, tornando-se possível apurar os problemas existentes entre as várias áreas da fábrica e o departamento de Manutenção. Este contacto permitiu também delinear o trabalho que se iria seguir, especialmente no âmbito das manutenções preventivas.

Ao longo de todo o projecto de dissertação o contacto com todos os colaboradores da fábrica, particularmente com os colaboradores do departamento de Manutenção, revelou-se fundamental para o desenvolvimento eficaz dos trabalhos propostos. Saber ouvir as opiniões e preocupações dos colaboradores em cada um dos aspectos em estudo foi determinante na criação de formas de apoio às suas tarefas, potenciando a cooperação entre eles e o projecto desenvolvido. Além disso, todas as soluções foram desenvolvidas com total clareza para com os colaboradores, sendo evidenciado todo o progresso que cada uma das propostas gerava no quadro de informações, permitindo também recolher opiniões sobre estas.

No médio prazo, a maior porção dos lucros provenientes dos trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projecto, pertencerá à criação e implementação do novo sistema de manutenção preventiva. Partindo de algumas bases já existentes, analisando os seus defeitos e corrigindo-os, transformou-se o sistema existente em um sistema mais capaz. Esta capacidade do sistema funcionar de forma mais leve e simples teve, como principal causa, a implementação da manutenção preventiva de 1º nível. Esta implementação revelou-se fundamental sendo a que mais potencial tem para que a empresa veja os seus custos em mão-de-obra reduzidos, a

médio prazo. Esta previsão optimista é justificada pela grande facilidade de implementação deste tipo de manutenção, bem como pela boa aceitação que os colaboradores executantes deste tipo de manutenção revelaram.

Como já referido, os resultados do projecto começaram a aparecer praticamente desde o seu início. Este facto gerou grande motivação quer ao autor, na procura incessante de melhorias, quer aos colaboradores da empresa, traduzindo-se num auxílio constante destes ao autor, no decorrer de todo o projecto.

Os resultados auferidos dos vários trabalhos desenvolvidos são apresentados na Tabela 11. O valor de mão-de-obra de referência é de €25.14/hora, de acordo com o preço da mão-de-obra estabelecido à data na fábrica.

Tabela 11 - Contabilização dos resultados obtidos anualmente

Trabalho Desenvolvido	Tempo Poupado (min)	Valor Poupado
Cockpit de Indicadores	3960	€1660
Inventário - Localização dos Equipamentos	2600	€1090
Manutenção Preventiva	4290	€1798
Correcção das notas de manutenção	3600	€1508

De referir que nesta tabela apenas são apresentados os resultados nos quais é possível estimar os tempos poupados com as novas soluções. No entanto, resultados que se tornam difíceis de contabilizar, como a optimização do stock de consumíveis ou a redução inevitável das falhas nos equipamentos com os respectivos aumentos da disponibilidade, da taxa de fiabilidade e do tempo de vida dos equipamentos e a sua performance, ampliarão este valor.

Todos os trabalhos realizados no âmbito do projecto não representaram investimentos financeiros assinaláveis, pois tudo o que foi necessário já se encontrava disponível na empresa, nomeadamente o sistema ERP (SAP/R3).

O projecto desenvolvido revelou-se uma experiência muito enriquecedora quer a nível profissional, graças ao contacto com o mundo industrial, quer a nível pessoal, não só pelo conhecimento adquirido a nível de processo produtivo, mas também pela experiência ganha em gestão de equipas e gestão de projectos.

A área da Manutenção revelou-se bastante interessante para a realização de um projecto deste tipo pela sua importância crescente nas organizações, pelo contacto necessário com praticamente todos os departamentos de uma organização e com grande parte dos colaboradores na organização e pela sua margem para progressão.

6.2. Perspectivas de Trabalho Futuro

Apesar do tempo disponível para execução do projecto ser bastante escasso para completar todas as tarefas, foi possível obter alguns resultados sobre a forma de melhorias funcionais, mas também sobre a forma de valor anual economizado pela empresa, como verificado no ponto anterior. No entanto, espera-se que, com a continuidade dos trabalhos realizados durante o projecto, resultados ainda mais ambiciosos sejam atingidos.

Pretende-se que o trabalho de tipificação de avarias seja monitorizado de forma a apurar a efectividade das listas de modo de falha apuradas. A par deste processo devem ser realizadas

análises fiabilísticas aos equipamentos críticos de forma a optimizar as periodicidades e as instruções existentes nas manutenções preventivas. Este trabalho traduzir-se-á numa maior fiabilidade dos equipamentos, já que se poderá averiguar a qualquer momento, o ponto de vida em que cada equipamento se encontra, permitindo ainda decidir qual o momento em que determinado equipamento deve ser substituído.

Apesar da implementação da manutenção preventiva de 1º nível apenas ter ocorrido em dois tipos de equipamentos, esta foi projectada para mais 12 famílias de equipamentos. Estas 12 famílias representam cerca de 160 equipamentos, traduzindo-se em mais de 400 inspecções anuais. Espera-se que, com a conclusão desta implementação, mais de 150 horas venham a ser poupadas em mão-de-obra do departamento de Manutenção, traduzindo-se num corte de cerca de €4000 em custos do departamento (passando para mais do dobro do valor poupado actualmente). A calendarização das manutenções preventivas de 2º nível deve ser revista no final da implementação da manutenção preventiva de 1º nível, com vista à redução e regularização da carga semanal para menos de 20 inspecções por semana.

Para que uma situação como a existente no início do projecto não volte a acontecer, será necessário que o sistema de manutenções preventivas seja alvo de constantes melhorias a serem efectuadas ao longo do tempo, não só por causa do envelhecimento dos equipamentos, mas também pela compra de equipamentos novos, ou ainda a aquisição de ferramentas que permitam outro tipo de manutenção ao equipamento existente. Para o sucesso deste programa, será necessário mantê-lo ágil e rápido, o que implica que exista uma contínua monitorização de equipamentos, instruções, periodicidades, etc.

Na prática esta verificação contínua não é mais do que seguir os passos dados pelo ciclo PDCA (*Plan*, *Do*, *Check*, *Act*), isto é, planear, actuar, verificar e actuar correctivamente.

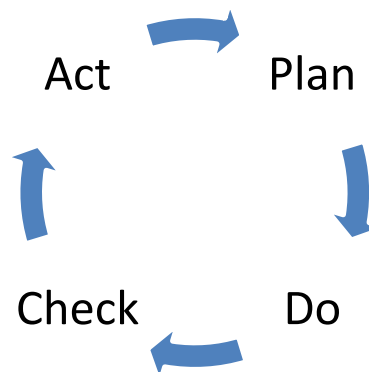



Figura 40 - O ciclo PDCA

O trabalho futuro proposto, poderá possibilitar uma realocação de recursos na empresa, com o departamento de Manutenção a assumir as suas funções e responsabilidades apenas com 2 colaboradores de terreno, sendo que o colaborador com actividades administrativas continuará a dar apoio no terreno em situações pontuais. A tomada desta decisão implicará um estudo prévio sobre a viabilidade da nova situação, com um eventual período de experiência da funcionalidade do departamento com os novos recursos.

Referências

Andrews, J. D., & Moss, T. R. (2002). *Reliability and Risk Assessment.* London: Professional Engineering Publishing.

Baldin, A., Furlanetto, L., Roversi, A., & Turco, F. (1981). *Manuale della Manutenzione Degli Impianti Industriali.* Milano: Franco Angeli, Azienda Moderna.

Bastos, J. (2000). *Gestão e Organização Industrial - Manual Pedagógico PRONACI - Programa Nacional de Qualificação de Chefias Médias.* Leça da Palmeira: AEP - Associação Empresarial de Portugal.

Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance.* New York: McGraw Hill.

Brito, M. (2003). *Manutenção - Manual Pedagógico PRONACI - Programa Nacional de Qualificação de Chefias Médias.* Leça da Palmeira: AEP - Associação Empresarial de Portugal.

Cabral, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção, dos Conceitos à Prática.* Lisboa: Lidel.

Ferreira, L. A. (1998). *Uma Introdução à Manutenção.* Porto: Publindústria.

Gabriel, M., & Pimor, Y. (1985). *Maintenance Assistée par Ordinateur.* Paris: Masson.

Komonen, K. (2002). A Cost Model of Industrial Maintance for Profitability Analysis and Benchmarking. *International Journal of Production Economics 79* , 191-207.

Monchy, F. (1989). *A Função Manutenção - Formação para a Gestão da Manutenção Industrial.* São Paulo: Durban Ltda.

Moubray, J. (1997). *RCM II - Reliability Centered Maintenance.* Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Moura, E. S. (1999). *Técnicas e Sistemas de Gerenciamento da Manutenção.* Belo Horizonte: Metaconsultoria Empresarial e Treinamentos, Ltda.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance.* Cambridge: Productivity Press.

Otani, M., & Machado, W. (16 de Janeiro de 2008). A Proposta de Desenvolvimento de Gestão da Manutenção. *Revista Gestão Industrial* , pp. 01-16.

Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção.* Lisboa: Monitor.

Takahashi, Y., & Osada, T. (1993). *Manutenção Produtiva Total.* São Paulo: IMAN.

Tavares, L. A. (1998). *Administração Moderna de Manutenção.* New York: Novo Pólo.

Venkatesh, J. (s.d.). *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Obtido em 23 de 03 de 2010, de Plant Maintenance Resource Center: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml

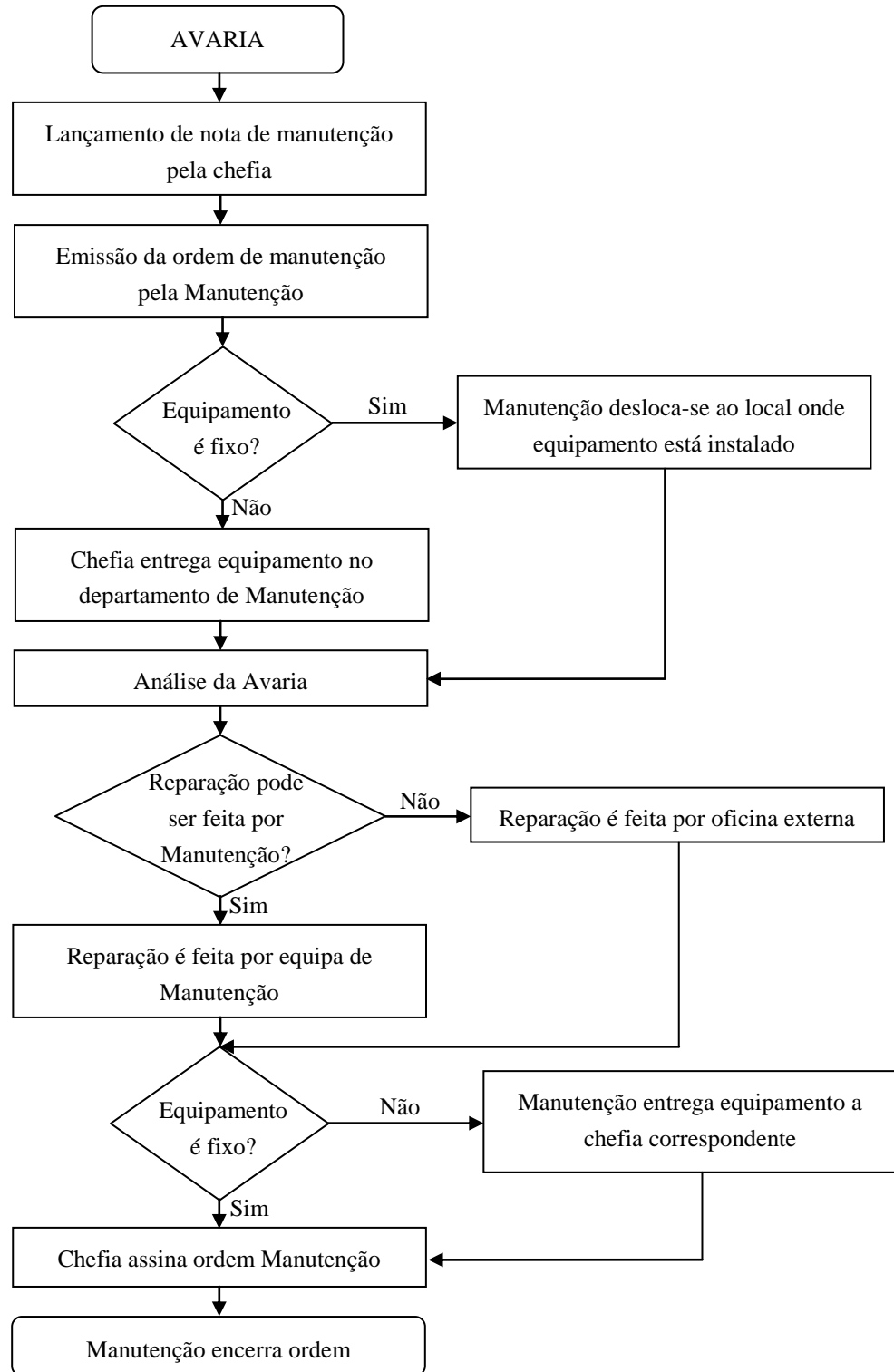
Wireman, T. (1990). *World Class Maintenance Management.* New York: Industrial Press.

Xenos, H. G. (1998). *Gerenciando a Manutenção Produtiva.* Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerência.

ANEXO A: Classificação dos Trabalhos de Manutenção por Níveis

Nível	Tipo de Manutenção	Execução	Executante	Meios de apoio à execução
Nível 1	Intervenções simples previstas pelo construtor através de elementos acessíveis sem desmontagem do equipamento, ou substituição de elementos consumíveis acessíveis com toda a segurança.	No local.	Operador do equipamento.	• Instruções de funcionamento e sem utilização de ferramenta • Materiais consumíveis
Nível 2	Reparações efectuadas por substituição de elementos standard e operações simples de manutenção preventiva tais como lubrificação ou controlo de bom funcionamento.	No local.	Técnico de qualificação média.	• Instruções de manutenção e de segurança • Ferramenta portátil definida pelas instruções de manutenção. • Materiais de uso corrente
Nível 3	Diagnóstico, localização e reparação de avarias por substituição de componentes funcionais, reparações mecânicas simples e todas as operações correntes de manutenção preventiva tais como regulações gerais e calibração de aparelhagem de medida e controlo.	No local ou em oficina local de apoio.	Técnico especializado.	• Instruções de manutenção • Ferramentas e aparelhagem de medida previstas nas instruções de manutenção • Banco de ensaio e controlo de equipamentos • Materiais de uso corrente e peças de reserva
Nível 4	Todos os trabalhos importantes de manutenção correctiva e preventiva com excepção de renovação e reconstrução. Inclui também a calibração dos aparelhos de medida utilizados nas operações de manutenção e eventualmente a verificação das fases de trabalho por organismos ou empresas especializadas em inspecção e controlo.	Em oficina central ou externa de trabalho especializado devidamente equipada.	Equipas com conhecimento técnico especializado.	• Máquinas ferramenta; • Meios mecânicos de cablagem; • Aparelhagem de medição e controlo; • Equipamentos de elevação e movimentação; • Documentação técnica geral e particular; • Materiais de uso corrente, especiais e peças e equipamentos de reserva.
Nível 5	Renovação, reconstrução ou execução de reparações importantes confiadas a uma oficina central ou exterior.	Oficina externa ou mesmo oficina do construtor.	Equipas técnicas altamente especializadas.	• Meios definidos pelo construtor e próximos dos necessários à fabricação.

Fonte: Pinto (2002)

ANEXO B: Procedimento de Resposta a uma Situação de Avaria

ANEXO C: Exemplo de Cockpit de Indicadores

Indicadores de Manutenção - Março 2010

Centro de custo 4001

Centro	Data	Texto breve material	Classe de custo	Denom.classe custo	Valor/MR	Denomin.da conta de contrapartida	Nº doc. ref.	Nº documento	Unid.	Qtd	Doc. relacionado
4001	02-03-2010	CABO DE MALHO	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	3,04	MATERIAS PRIMAS	5010009813	1000814008	PC	2,00	866017
4001	05-03-2010	FITA METRICA 3MT FISCO UNIPLAS II	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	3,20	MATERIAS PRIMAS	5010010671	1000814604	PC	1,00	866029
4001	08-03-2010	ESCOVA ARAME ACO C/ CABO SINDEX 3	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	0,94	MATERIAS PRIMAS	5010011025	1000814861	PC	1,00	866070
4001	08-03-2010	ESQUADRO CEPO ALUMINIO SADY 300MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	3,35	MATERIAS PRIMAS	5010011025	1000814861	PC	1,00	866077
4001	09-03-2010	SERRA T/COPO BAHCO 3830-VIP 22MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	10,37	MATERIAS PRIMAS	5010011150	1000814983	PC	1,00	70015097
4001	10-03-2010	BROCA AÇO INOX HSS CO 154 DIN 338-3MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	9,23	MATERIAS PRIMAS	5010011510	1000815344	PC	20,00	70003910
4001	10-03-2010	BROCA AÇO INOX HSS CO 154 DIN 338-3,20MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	12,80	MATERIAS PRIMAS	5010011510	1000815344	PC	20,00	70003911
4001	10-03-2010	BROCA AÇO INOX HSS CO 154 DIN 338-5MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	15,00	MATERIAS PRIMAS	5010011510	1000815344	PC	20,00	70003912
4001	10-03-2010	BROCA AÇO INOX HSS CO 154 DIN 338-6MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	20,21	MATERIAS PRIMAS	5010011510	1000815344	PC	20,00	70003913
4001	10-03-2010	MACHO SONTA M8X1.25 HSSE-V REF. 5390800	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	43,70	MATERIAS PRIMAS	5010011510	1000815344	PC	5,00	70005889
4001	12-03-2010	SUPORTE C/ BROCA LENOX 30006-6L	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	19,50	MATERIAS PRIMAS	5010011953	1000815604	PC	1,00	70016692
4001	12-03-2010	SERRA T/COPO LENOX 30026-26L 41 MM	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	11,19	MATERIAS PRIMAS	5010011953	1000815604	PC	1,00	70011203
4001	12-03-2010	DISCO CORTE AÇO INOX115X1X22,2 5A60-T3BF	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	84,50	MATERIAS PRIMAS	5010012029	1000815660	PC	50,00	70016392
4001	12-03-2010	LAMINA 341 RL (P/ CORTA TUBO BETA 341)	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	8,33	MATERIAS PRIMAS	5010012030	1000815661	PC	1,00	70022190
4001	29-03-2010	DISCO CORTE AÇO INOX115X1X22,2 5A60-T3BF	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	42,25	MATERIAS PRIMAS	5010014951	1000817654	PC	25,00	70016392
4001	29-03-2010	FITA METRICA 3MT FISCO UNIPLAS II	6111100341	EQUIP CURT DURAÇÃO	3,20	MATERIAS PRIMAS	5010014953	1000817656	PC	1,00	866029
4001	19-03-2010	CARRO PROTECÇÃO PNEUS COM RODAS	6221500341	EQUIP CURT DURAÇÃO	110,00	LEVI ALMEIDA-COMP METAL SERVIÇ LDA	5105653305	1000816516	UN	1,00	5700001550
4001	24-03-2010	PROTECÇÕES EM FIBRA DE JANTES	6221500341	EQUIP CURT DURAÇÃO	75,60	FIBRAUTO-FAB OBJECTOS POLYESTER LDA	5105653509	1000816975	UN	12,00	5700001541
4001	31-03-2010	TALTERAÇÃO PEÇAS FRENTE REBOQUE ARTICUL	6221500341	EQUIP CURT DURAÇÃO	2043,00	JBM ASSIST TEC ELECT MOB COMERC LDA	5105654185	1000818567	UN	9,00	5700001556
4001	18-03-2010	INSPECÇÃO PONTE ROLANTE IBEROELEVA 10814	6223240426	CONS/REP MAQ UTENSIL	342,50	IBEROELEVA - TÉCNICAS ELEVAÇÃO SA	5105653143	1000816363	UN	1,00	5500181212
4001	30-03-2010	INSPECÇÃO PONTE ROLANTE TEGOPI N.º 2849	6223240426	CONS/REP MAQ UTENSIL	233,00	TEGOPI-INDUSTRIA METALOMECANICA SA	5105653898	1000817775	UN	1,00	5500180530
4001	30-03-2010	INSPECÇÃO PONTE ROLANTE TEGOPI N.º 2850	6223240426	CONS/REP MAQ UTENSIL	233,00	TEGOPI-INDUSTRIA METALOMECANICA SA	5105653898	1000817775	UN	1,00	5500180530
4001	31-03-2010	"LEVANTE MB"APOIOS DOS PAIN.LAT. 510857	9210000341	EQUIPAM CURTA DUR	360,00		89924	5000099039		0	810000005694
4001	31-03-2010	Reparar os cabos eléctricos	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89905	5000099021	H	1,00	520000010338
4001	31-03-2010	reparar o garibaldi	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	75,39		89911	5000099027	H	3,00	520000010736
4001	31-03-2010	rebarbadeira reparar	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89912	5000099028	H	1,00	520000010742
4001	31-03-2010	rebarbadeira reparar	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	6,30		89912	5000099028		0	520000010742
4001	31-03-2010	aprelho de soldar	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	37,70		89913	5000099029	H	1,50	520000010768
4001	31-03-2010	aprelho de soldar	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	112,00		89913	5000099029		0	520000010768
4001	31-03-2010	bicha para tochas esab	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	12,57		89914	5000099030	H	0,50	520000010795
4001	31-03-2010	bicha para tochas esab	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	15,04		89914	5000099030		0	520000010795
4001	31-03-2010	bicha para tochas esab	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	12,57		89915	5000099031	H	0,50	520000010796
4001	31-03-2010	bicha para tochas esab	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	15,04		89915	5000099031		0	520000010796
4001	31-03-2010	Maquina de furar	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	50,26		89916	5000099032	H	2,00	520000010810
4001	31-03-2010	Subestituir cabo da rebarbadeira	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89920	5000099036	H	1,00	520000010952
4001	31-03-2010	Subestituir cabo da rebarbadeira	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	5,03		89920	5000099036		0	520000010952
4001	31-03-2010	Subestituir cabo da rebarbadeira	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89921	5000099037	H	1,00	520000010953
4001	31-03-2010	Subestituir cabo da rebarbadeira	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	5,03		89921	5000099037		0	520000010953
4001	31-03-2010	Reparar tocha	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89922	5000099038	H	1,00	520000010958
4001	31-03-2010	Reparar tocha	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	27,41		89922	5000099038		0	520000010958
4001	31-03-2010	REVISAO E LIMPEZA A VARREDORA	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	150,78		89904	5000099020	H	6,00	520000010009
4001	31-03-2010	REVISAO E LIMPEZA A VARREDORA	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	361,27		89904	5000099020		0	520000010009
4001	31-03-2010	REPARAR ENROLADOR DE MANGUEIRA	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89907	5000099023	H	1,00	520000010584
4001	31-03-2010	REPARAR ENROLADOR DE MANGUEIRA	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	88,23		89907	5000099023		0	520000010584
4001	31-03-2010	reparar rebarbadora	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	25,13		89909	5000099025	H	1,00	520000010645
4001	31-03-2010	reparar rebarbadora	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	148,60		89909	5000099025		0	520000010645
4001	31-03-2010	Ponte do pavilhão B	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	222,40		89906	5000099022		0	520000010441
4001	31-03-2010	forneçer bocais ,bicos e porta bicos	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	58,57		89917	5000099033		0	520000010851
4001	31-03-2010	fornecer acessorios para ap.soldar	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	20,00		89918	5000099034		0	520000010852
4001	31-03-2010	plaina eletrica	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	15,82		89919	5000099035		0	520000010920
4001	31-03-2010	MONTAGEM DE MAQUINA NOVA	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	13,59		89908	5000099024		0	520000010623
4001	31-03-2010	FORNEÇER 6 BICOS ESAB 0,8	9210000426	CONSERV./REP. MAQ.UT	1,35		89910	5000099026		0	520000010666
TOTAL					5318,77						

LOG2 - Manutenção Página 1 de 1 21-06-2010

CAETANOBUS

Indicadores de Manutenção - Março 2010

Centro de custo 4001

Rúbrica	Classe de Custo		Valor
341 Equipamentos de Curta Duração	61111 Materiais pedidos à ferramentaria		290,81
	62215 Encomendas		2228,60
		Encomendas PRE	2228,60
		Encomendas Manutenção	0
		Outros	0
	73800 Custos BASF		0
	92000 Regularização Contabilística		0
	92100 Meios de Produção		360,00
		Subtotal	2879,41
424 Conservação e Reparação de Edifícios	622322 Conservação e Reparação de Edifícios		0
		Encomendas PRE	0
		Encomendas Manutenção	0
		Outros	0
	92000 Regularização Contabilística		0
	92100 Notas de Manutenção		0
		Subtotal	0
425 Conservação e Reparação de Infraestruturas	622323 Conservação e Reparação de Infraestruturas		0
		Encomendas PRE	0
		Encomendas Manutenção	0
		Outros	0
	92000 Regularização Contabilística		0
	92100 Notas de Manutenção		0
		Subtotal	0
426 Conservação e Reparação de Máquinas e Utensílios	622324 Conservação e Reparação de Máquinas e Utensílios		808,50
		Encomendas PRE	0
		Encomendas Manutenção	808,50
		Outros	0
	92000 Regularização Contabilística		0
	92100 Notas de Manutenção		1630,86
		Subtotal	2439,36
427 Conservação e Reparação de Equipamentos de Transporte	622325 Conservação e Reparação de Equipamentos de Transporte		0
		Encomendas PRE	0
		Encomendas Manutenção	0
		Caetano Auto	0
		Caetano Renting	0
		Outros	0
	92000 Regularização Contabilística		0
	92100 Notas de Manutenção		0
		Subtotal	0
428 Conservação e Recuperação de outro Imobilizado	622326 Conservação e Reparação de outro Imobilizado		0
		Encomendas PRE	0
		Encomendas Manutenção	0
		Outros	0
	92000 Regularização Contabilística		0
	92100 Notas de Manutenção		0
		Subtotal	0
		Total	5318,77

LOG2 - Manutenção 21-06-2010

CAETANOBUS

Indicadores de Manutenção - Março 2010

Totais

Rúbrica /	Classe de Custo		Centros de Custo 4001	4002	4004	4005	4006	4010	4026	4027	4031	4040	4042	4061	4062	4063	4070	4081	4092	Totais
341	61111	FERR	290,81	1273,59	39,26	329,49	85,58	14,15	687,53	380,60	0	0	3,20	0	17,27	0	0	0	506,42	3627,90
	62215	ENCOM	2228,60	130,00	0	110,00	110,00	1275,00	1275,00	0	0	0	2207,85	0	0	0	510,00	0	3246,25	11092,70
		PRE	2228,60	130,00	0	110,00	110,00	220,00	220,00	0	0	0	0	0	0	0	510,00	0	2470,00	5998,60
		MNT	0	0	0	0	0	1055,00	1055,00	0	0	0	2207,85	0	0	0	0	0	750,00	5067,85
		OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,25	26,25
	73800	BASF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92100	M PROD	360,00	0	0	148,00	0	0	4288,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4796,91
			2879,41	1403,59	39,26	587,49	195,58	1289,15	6251,44	380,60	0	0	2211,05	0	17,27	0	510,00	0	3752,67	19517,51
424	622322	EDIF	0	0	437,00	0	0	0	80,00	0	0	0	0	0	75,00	0	614,00	0	2210,00	3416,00
		PRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		MNT	0	0	437,00	0	0	0	80,00	0	0	0	0	0	75,00	0	614,00	0	2210,00	3416,00
		OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92100	N. MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	437,00	0	0	0	80,00	0	0	0	0	0	75,00	0	614,00	0	2210,00	3416,00
425	622323	INFRA	0	673,00	0	0	0	0	0	0	25,24	0	0	0	0	0	2842,72	0	-199,22	3341,74
		PRE	0	673,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1434,30	0	0	2107,30
		MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	25,24	0	0	0	0	0	1408,42	0	-199,22	1234,44
		OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92100	N. MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	673,00	0	0	0	0	0	0	25,24	0	0	0	0	0	2842,72	0	-199,22	3341,74
426	622324	MAQ UT	808,50	604,65	4550,42	25,50	25,50	225,00	566,10	277,80	0	0	0	0	0	0	81,00	0	232,80	7397,27
		PRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		MNT	808,50	604,65	635,82	25,50	25,50	225,00	566,10	277,80	0	0	0	0	0	0	81,00	0	232,80	3482,67
		OUT	0	0	3914,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3914,60
	92000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92100	N. MNT	1630,86	1252,90	1553,15	918,97	910,48	432,79	2015,72	282,33	50,26	32,03	0	70,07	0	125,65	547,36	763,82	562,65	11149,04
			2439,36	1857,55	6103,57	944,47	935,98	657,79	2581,82	560,13	50,26	32,03	0	70,07	0	125,65	628,36	763,82	795,45	18546,31
427	622325	TRANSP	0	0	0	0	0	0	0	0	334,10	11,91	0	0	0	0	0	0	0	346,01
		PRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		AUTO	0	0	0	0	0	0	0	0	334,10	0	0	0	0	0	0	0	0	334,10
		RENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,91	0	0	0	0	0	0	0	11,91
		OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92100	N. MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	334,10	11,91	0	0	0	0	0	0	0	346,01
428	622326	O. IMOB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		PRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		OUT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	92100	N. MNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Totais		5318,77	3934,14	6579,83	1531,96	1131,56	1946,94	8913,26	940,73	409,60	43,94	2211,05	70,07	92,27	125,65	4595,08	763,82	6558,90	45167,57

ANEXO D: Cálculo Fiabilístico das Máquinas de Cola

Avaria na mangueira de cola

Passo 1 – Histórico de avarias das máquinas

MÁQUINA 1

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
31	1
8	2
147	3
32	4

MÁQUINA 2

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
75	1
26	2
100	3

MÁQUINA 3

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
34	1
2	2
148	3

MÁQUINA 4

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
98	1

MÁQUINA 5

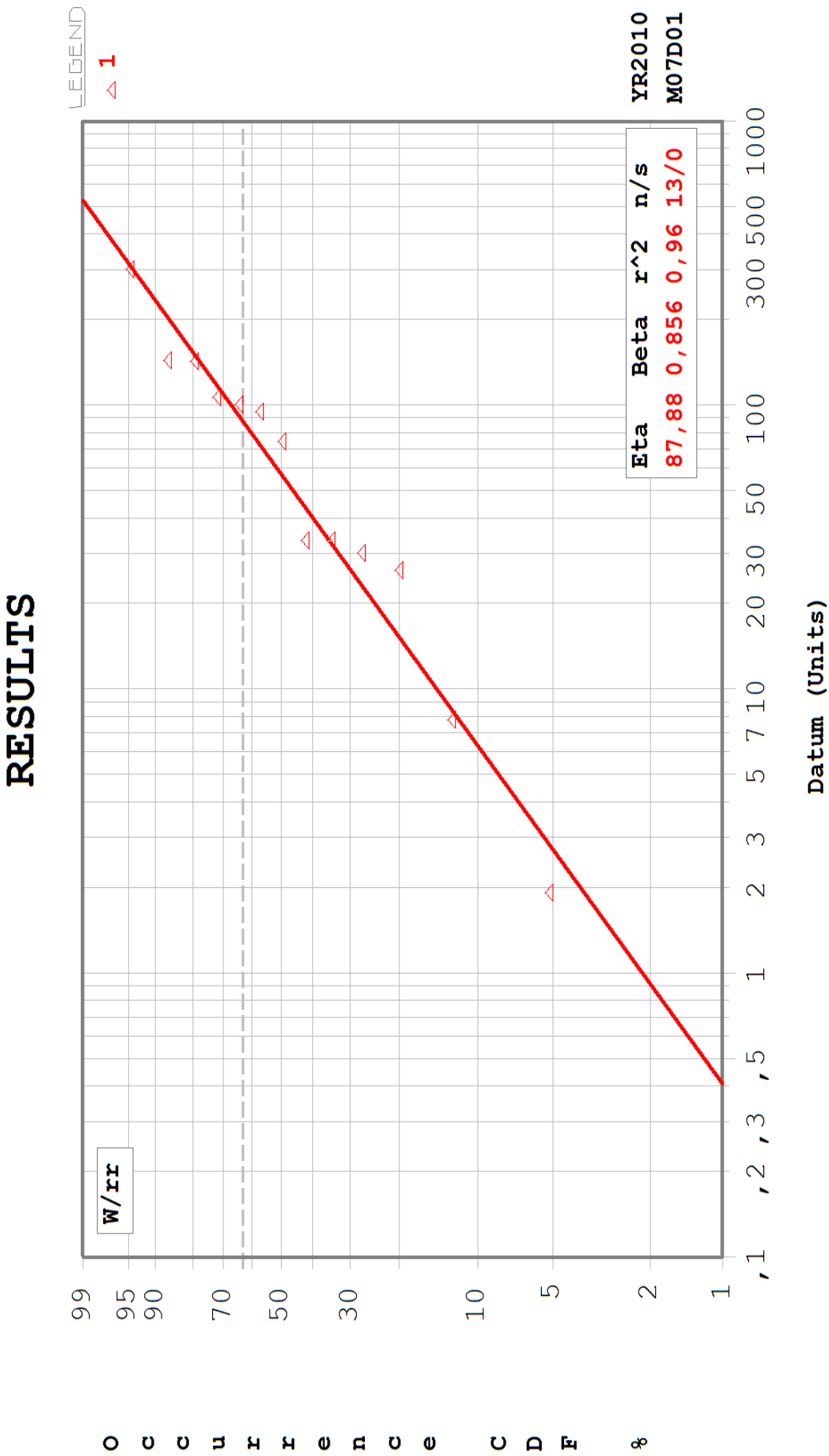
Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
106	1

MÁQUINA 6

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
311	1

Passo 2 – Preparação dos dados

Ordem i	TBF	F(i)
1	2	0,0522
2	8	0,127
3	26	0,201
4	31	0,276
5	32	0,351
6	34	0,425
7	75	0,500
8	98	0,575
9	100	0,649
10	106	0,724
11	147	0,799
12	148	0,873
13	311	0,948

Passo 3 – Determinação gráfica dos parâmetros de Weibull

Valores obtidos através do traçado no papel:

- $\gamma = 0$
- $\eta = 8{,}79 \times 10^4$ ciclos
- $\beta = 0{,}85$

Passo 4 – Cálculo do MTBF

Para $\beta = 0{,}85$:

- A = 1,0880
- B = 1,29

(valores obtidos a partir dos quadros do anexo F)

MTBF = A η + γ = 1,0880 x 8,79 x 10 + 0 = 95,63 dias

Desvio padrão

σ = B η = 1,29 x 8,79 x 10 = 113,39 dias

No gráfico, para um MTBF = 95,63 dias, verifica-se que:

F(t) = 66%, logo:

R(t) = 100 – 66 = 34%.

Avaria no joelho

Passo 1 – Histórico de avarias das máquinas

MÁQUINA 1

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
74	1
74	2

MÁQUINA 2

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
166	1
98	2

MÁQUINA 3

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
182	1
87	2

MÁQUINA 4

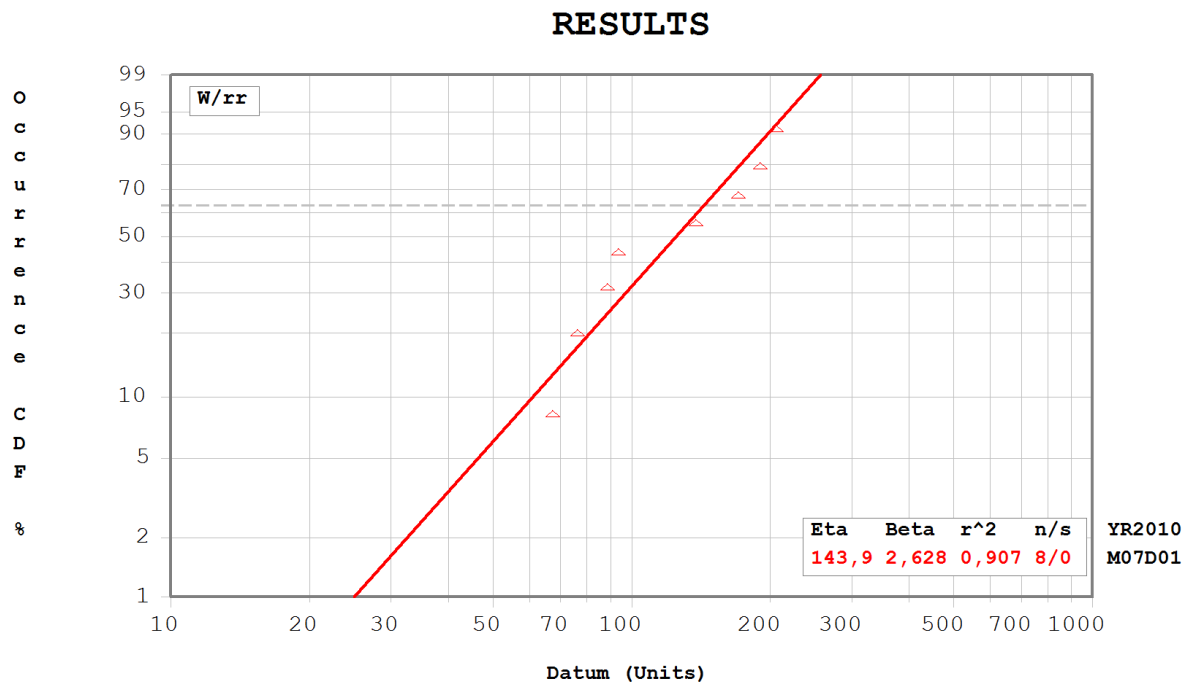
Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
207	1

MÁQUINA 5

Tempo entre avarias (dias)	Número de avarias
134	1

Passo 2 – Preparação dos dados

Ordem i	TBF	F(i)
1	68	0,083333
2	74	0,202381
3	87	0,321429
4	98	0,440476
5	134	0,559524
6	166	0,678571
7	182	0,797619
8	207	0,916667

Passo 3 – Determinação gráfica dos parâmetros de Weibull

Valores obtidos através do traçado no papel:

- $\gamma = 0$
- $\eta = 1{,}44 \times 10^5$ ciclos
- $\beta = 2{,}60$

Passo 4 – Cálculo do MTBF

Para $\beta = 2{,}60$:

- A = 0,8882
- B = 0,367

(valores obtidos a partir dos quadros do anexo F)

$$\text{MTBF} = A\,\eta + \gamma = 0{,}8882 \times 1{,}44 \times 10^2 + 0 = 127{,}90 \text{ dias}$$

Desvio padrão

$$\sigma = B\,\eta = 0{,}367 \times 1{,}44 \times 10^2 = 52{,}85 \text{ dias}$$

No gráfico, para um MTBF = 127,90 dias, verifica-se que:

F(t) = 72%, logo:

R(t) = 100 – 72 = 28%.

ANEXO E: Cálculo Fiabilístico dos Aparelhos de Soldar

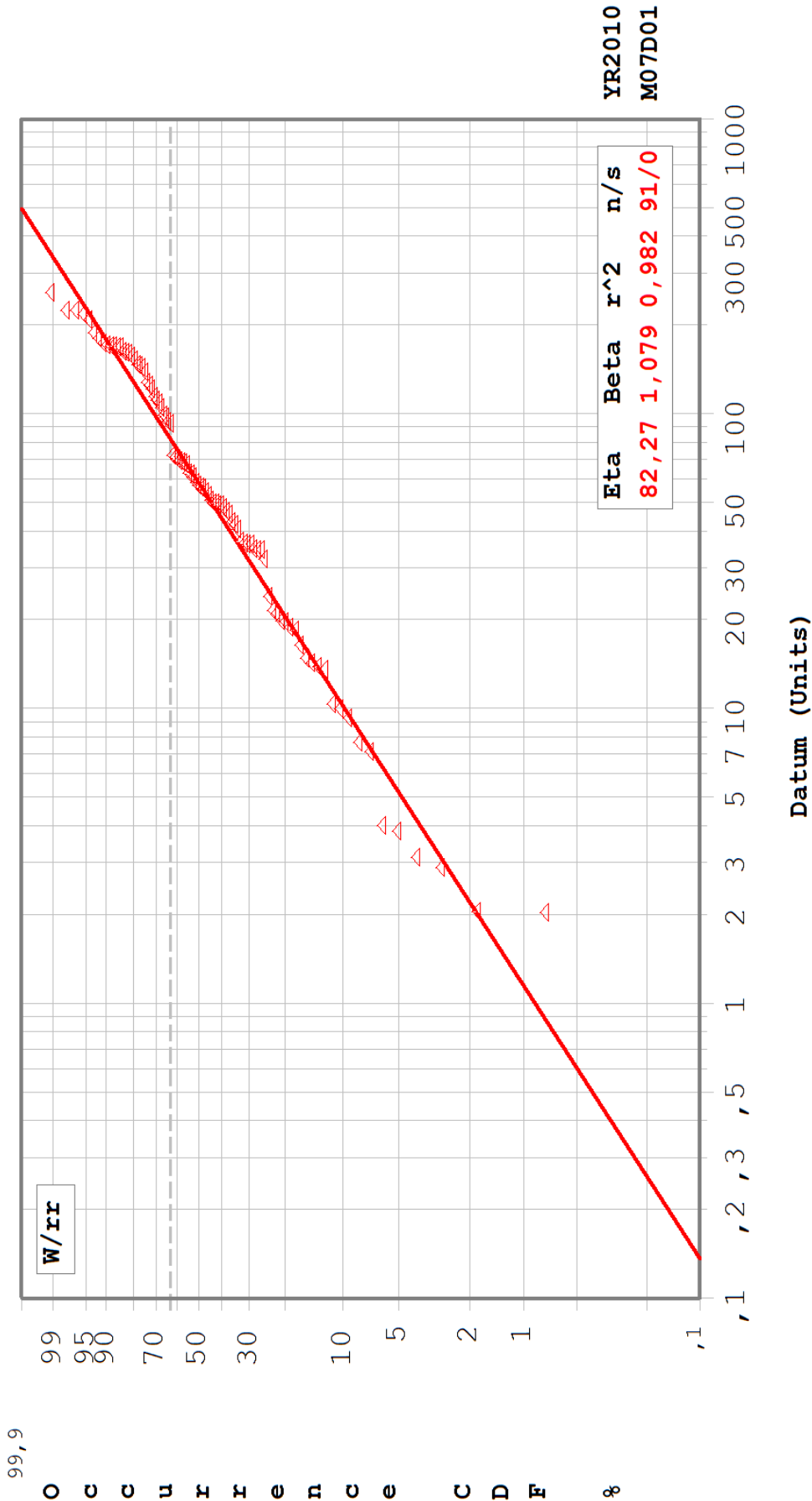
Avaria na tocha

Passo 1 – Histórico de avarias das máquinas.

Pela grande quantidade equipamentos analisados, não se descreve este passo em detalhe, embora tenha sido realizado da mesma forma que a descrita no anexo anterior.

Passo 2 – Preparação dos dados

Ordem i	TBF	F(i)
1	2	0,000
2	2	0,011
3	3	0,022
4	3	0,033
5	4	0,044
6	4	0,055
7	7	0,066
8	8	0,077
9	9	0,088
10	10	0,099
11	10	0,110
12	13	0,121
13	14	0,132
14	14	0,143
15	15	0,154
16	17	0,165
17	18	0,176
18	18	0,187
19	20	0,198
20	20	0,209
21	21	0,220
22	22	0,231
23	25	0,242
24	32	0,253
25	34	0,264
26	35	0,275
27	36	0,286
28	36	0,297
29	36	0,308
30	37	0,319
31	38	0,330
32	40	0,341
33	43	0,352
34	43	0,363
35	45	0,374
36	46	0,385
37	46	0,396
38	48	0,407
39	50	0,418
40	51	0,429
41	51	0,440
42	51	0,451
43	54	0,462
44	55	0,473
45	55	0,484
46	56	0,495
47	56	0,505
48	59	0,516
49	62	0,527
50	63	0,538
51	63	0,549
52	66	0,560
53	67	0,571
54	69	0,582
55	69	0,593
56	71	0,604
57	71	0,615
58	75	0,626
59	94	0,637
60	96	0,648
61	96	0,659
62	97	0,670
63	101	0,681
64	105	0,692
65	107	0,703
66	113	0,714
67	122	0,725
68	125	0,736
69	125	0,747
70	132	0,758
71	145	0,769
72	148	0,780
73	150	0,791
74	153	0,802
75	153	0,813
76	154	0,824
77	157	0,835
78	167	0,846
79	167	0,857
80	168	0,868
81	170	0,879
82	171	0,890
83	171	0,901
84	171	0,912
85	173	0,923
86	183	0,934
87	210	0,945
88	225	0,956
89	228	0,967
90	234	0,978
91	260	0,989

Passo 3 – Determinação gráfica dos parâmetros de Weibull

Valores obtidos através do traçado no papel:

- $\gamma = 0$
- $\eta = 8{,}23 \times 10^4$ ciclos
- $\beta = 1{,}10$

Passo 4 – Cálculo do MTBF

Para $\beta = 1{,}10$:

- A = 0,9649
- B = 0,878

(valores obtidos a partir dos quadros do anexo F)

$$MTBF = A\,\eta + \gamma = 0{,}9649 \times 8{,}23 \times 10 + 0 = 79{,}41 \text{ dias}$$

Desvio padrão

$$\sigma = B\,\eta = 0{,}787 \times 7{,}6 \times 10 = 72{,}26 \text{ dias}$$

No gráfico, para um MTBF = 79,41 dias, verifica-se que:

F(t) = 61%, logo:

R(t) = 100 – 61 = 39%

ANEXO F: Tabelas Numéricas de MTBF

β	A	B
0,20	120	1901
0,25	24	199
0,30	9,2605	50,08
0,35	5,0291	19,98
0,40	3,3234	10,44
0,45	2,4786	6,46
0,50	2	4,47
0,55	1,7024	3,35
0,60	1,5046	2,65
0,65	1,3663	2,18
0,70	1,2638	1,85
0,75	1,1906	1,61
0,80	1,1330	1,43
0,85	1,0880	1,29
0,90	1,0522	1,77
0,95	1,0234	1,08
1	1	1
1,05	0,9803	0,934
1,10	0,9649	0,878
1,15	0,9517	0,830
1,20	0,9407	0,787
1,25	0,9314	0,750
1,30	0,9236	0,716
1,35	0,9170	0,687
1,40	0,9114	0,660
1,45	0,9067	0,635

β	A	B
1,50	0,9027	0,613
1,55	0,8994	0,593
1,60	0,8966	0,574
1,65	0,8942	0,556
1,70	0,8922	0,540
1,75	0,8906	0,525
1,80	0,8893	0,511
1,85	0,8882	0,498
1,90	0,8874	0,486
1,95	0,8867	0,747
2	0,8862	0,463
2,1	0,8857	0,443
2,2	0,8856	0,425
2,3	0,8859	0,409
2,4	0,8865	0,393
2,5	0,8873	0,380
2,6	0,8882	0,367
2,7	0,8893	0,355
2,8	0,8905	0,344
2,9	0,8917	0,334
3	0,8930	0,325
3,1	0,8943	0,316
3,2	0,8957	0,370
3,3	0,8970	0,299
3,4	0,8984	0,292
3,5	0,8997	0,285
3,6	0,9011	0,278
3,7	0,9025	0,272
3,8	0,9038	0,266
3,9	0,9051	0,260

β	A	B
4	0,9064	0,254
4,1	0,9077	0,249
4,2	0,9089	0,244
4,3	0,9102	0,239
4,4	0,9114	0,235
4,5	0,9126	0,230
4,6	0,9137	0,226
4,7	0,9149	0,222
4,8	0,9160	0,218
4,9	0,9171	0,214
5	0,9182	0,210
5,1	0,9192	0,207
5,2	0,9202	0,203
5,3	0,9213	0,200
5,4	0,9222	0,197
5,5	0,9232	0,194
5,6	0,9241	0,191
5,7	0,9251	0,186
5,8	0,9260	0,185
5,9	0,9269	0,183
6	0,9277	0,180
6,1	0,9286	0,177
6,2	0,9294	0,175
6,3	0,9302	0,172
6,4	0,9310	0,170
6,5	0,9318	0,168
6,6	0,9325	0,166
6,7	0,9333	0,163
6,8	0,9340	0,161
6,9	0,9347	0,160

Fonte: Ferreira (1998)

ANEXO G: Fichas de Manutenção de 1º nível

CAETANOBUS	Ficha de Manutenção Preventiva de Nível I	Nº Registo:
	Instruções Gerais	Data:
Número Técnico:	Descrição:	

Tarefas Diárias

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Limpeza geral da máquina	Com a máquina desligada, limpar zona do prato e bomba (e respectivos veios da bomba).	Luvas de protecção Óculos de protecção Espátula Pano	Ver fig. 1 Ver fig. 2
2	Verificação de anomalias	Com a máquina ligada, verificar funcionamento de manómetros, mangueiras e pistola. Caso alguma anomalia seja detectada, a chefia deve ser informada para a emissão da respectiva nota de manutenção.		

Tarefas Semanais

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Limpeza do veio da bomba	Com a máquina desligada, raspar o veio com uma espátula, retirando os resíduos de cola seca.	Luvas de protecção Óculos de protecção Espátula	Ver fig. 3
2	Limpeza do copo do veio	Com a máquina desligada, e depois da tarefa 1, retirar restos de cola que estão dentro do copo.	Luvas de protecção Óculos de protecção Pano	Ver fig. 4
3	Repor nível de óleo	Com a máquina desligada, repor nível de óleo do copo, do veio, até metade.	Luvas de protecção Óculos de protecção Óleo TSL	

Imagens

Fig. 1

Fig. 3

Fig. 2

Fig. 4

CAETANOBUS	Ficha de Manutenção Preventiva de Nível I	Nº Registo:
	Instruções Gerais	Data:
Número Técnico:	Descrição:	

Tarefas Diárias

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Verificação de anomalias	Com o aparelho ligado, verificar funcionamento do ventilador, motor do sistema de arrasto, ligações eléctricas, e sistema de gás.		Fig. 1 Fig. 2
2	Verificação do estado da tocha	Com o aparelho desligado, verificar a tocha e os seus componentes (bico, suporte de bico, bocal)		
3	Fechar circuito do gás	No final do dia, fechar circuito do gás no passador do debitómetro.		Fig. 3 Fig. 4

Tarefas Semanais

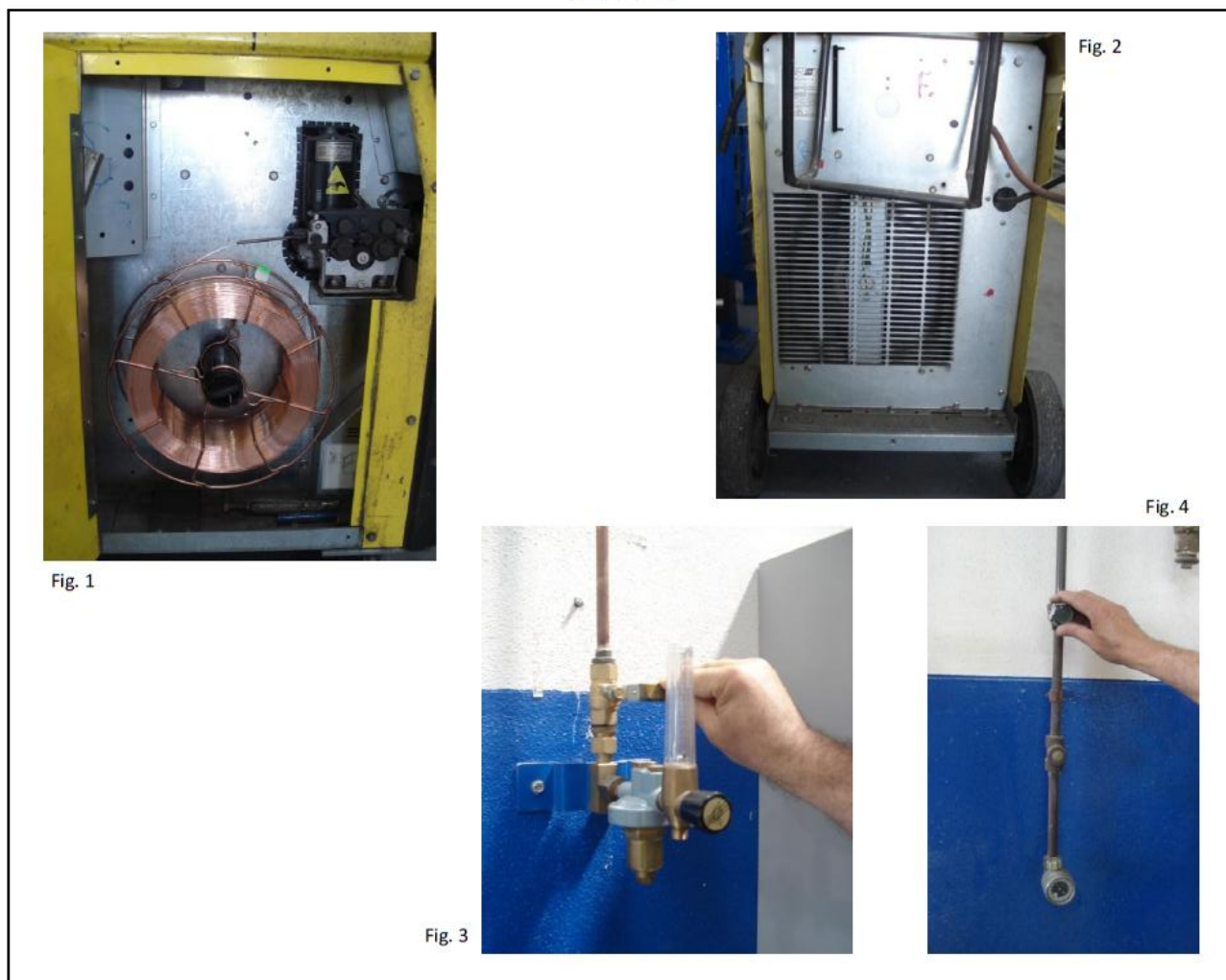
#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Limpeza do aparelho	Com o aparelho desligado, soprar com ar comprimido compartimento do fio e motor de arrasto, e grelha de ventilação.	Óculos de protecção	Fig. 1
2	Verificação do cabo de massa	Com o aparelho desligado, verificar o estado do grampo e do cabo de massa		

Imagens

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 4

Fig. 3

ANEXO H: Calendário para Registo de Execução das Manutenções Preventivas de 1º nível

CAETANOBUS	Registo de Manutenção de Nível I	[1] Nº Registo:
	[2] Chefe de Equipa:	[3] Secção:
[4] Código Equipamento:	[5] Descrição:	

[6] Abril 2010				Maio 2010				Junho 2010			
Período		Nome	Número	Período		Nome	Número	Período		Nome	Número
					3						
					4				1		
					5				2		
Diário	1			Diário	6			Diário	3		
	2				7				4		
	3				8				5		
	4				9				6		
Semanal				Semanal				Semanal			
	5				10				7		
	6				11				8		
	7				12				9		
Diário	8			Diário	13			Diário	10		
	9				14				11		
	10				15				12		
	11				16				13		
Semanal				Semanal				Semanal			
	12				17				14		
	13				18				15		
	14				19				16		
Diário	15			Diário	20			Diário	17		
	16				21				18		
	17				22				19		
	18				23				20		
Semanal				Semanal				Semanal			
	19				24				21		
	20				25				22		
	21				26				23		
Diário	22			Diário	27			Diário	24		
	23				28				25		
	24				29				26		
	25				30				27		
Semanal				Semanal				Semanal			
	26				31				28		
	27								29		
	28								30		
Diário	29			Diário				Diário			
	30										
	1										
	2										
Semanal				Semanal				Semanal			

[7] OBSERVAÇÕES:

ANEXO I: Procedimento de Trabalho – Manutenções Preventivas

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	PD 048 – 081 – 00004
MNT		Folha 1 / 4

Designação: **PROCESSAMENTO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS**

Distribuição: CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

1. OBJECTIVO:

Definição dos procedimentos referentes à Manutenção Preventiva a efectuar por **PDR** e **MNT-Manutenção** sobre os equipamentos da **CaetanoBus**.

2. ÂMBITO:

O presente procedimento abrange as instalações e os equipamentos pesados ou fixos da **CaetanoBus** registados na aplicação informática SAP de **MNT-Manutenção** e para os quais estão definidas inspecções periódicas de manutenção, exceptuando-se os equipamentos ligeiros.

Exceptuam-se ainda os equipamentos de medida e ensaio cuja periodicidade e controlo está a cargo de **QAS2.**

3. DEFINIÇÕES:

Manutenção Preventiva: É toda a inspecção sistemática levada a efeito sobre o equipamento da **CaetanoBus** tendente a detectar indícios de futuras avarias que afectem de modo gravoso a sua funcionalidade. Entendam-se por equipamentos sujeitos a esta manutenção os equipamentos fixos, equipamentos de soldadura, equipamentos de elevação, equipamentos de aspiração e cabines de pintura.

Manutenção Preventiva de Nível I: É toda a inspecção, afinação e regulação sem desmontagem, ou pequenas substituições, efectuadas no próprio local pelo próprio operador do equipamento.

Manutenção Preventiva de Nível II: É toda a reparação e operação simples de manutenção preventiva efectuadas no próprio local, por um técnico de qualificação média.

4. REFERÊNCIAS / DOCUMENTOS:

Anexo I – Folha de constatações (Doc. CB114)

Anexo II - Mapa de Alteração de Imobilizado (Doc. CB086) – Documento a preencher por **MNT-Manutenção** no acto de entrega ou mudança de centro de custo dos equipamentos.

5. METODOLOGIA:

5.1 – Suporte

As inspecções ou manutenções preventivas de 1º nível têm como suporte os documentos com as instruções gerais de execução das manutenções e os documentos de registo da execução das manutenções.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	06	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	PD 048 – 081 – 00004
MNT		Folha 2 / 4

Designação: **PROCESSAMENTO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS**

Distribuição: CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

As inspecções ou manutenções preventivas de 2º nível têm como suporte a aplicação informática SAP de Manutenção existente em **MNT-Manutenção**.

5.2 – Listas de tarefas

As listas de tarefas são o guia para a equipa de manutenção (ou os colaboradores, no caso das manutenções preventivas de nível I) na execução das manutenções preventivas. As listas de tarefas são criadas de acordo com as indicações do fabricante e também com a experiência de terreno da equipa de manutenção. Cada tarefa pode ter uma periodicidade diferente de todas as outras. As listas de tarefas diferem nos diferentes níveis de manutenção preventiva.

a – Manutenção preventiva de nível I – As listagens das tarefas, a executar nos equipamentos sujeitos a manutenção preventiva de nível I, devem ser disponibilizadas por MNT-Manutenção e colocadas em local apropriado, de preferência no próprio equipamento.

b – Manutenção preventiva de nível II – As listagens dos equipamentos sujeitos a manutenção preventiva de nível II são obtidas, semanalmente, pela Chefia de **MNT-Manutenção** ou pelo seu substituto funcional na aplicação **SAP** de Manutenção.

5.3 – Alteração da lista de tarefas

Poderá haver necessidade da lista de tarefas de manutenção preventiva de nível II de um tipo de equipamento ser alterada. Para tal basta aceder, na aplicação SAP, a um dos equipamentos em questão, seleccionar a lista de tarefas e proceder à alteração (adição, eliminação ou modificação) de tarefas.

5.4 – Emissão das listas de tarefas de manutenção preventiva de nível II

As listagens dos equipamentos sujeitos a manutenção preventiva de nível II são emitidas agrupando, para a semana solicitada, os equipamentos a inspeccionar, por secção e por número técnico.

a – Cada página emitida refere as operações de inspecção que cada equipamento ou grupo de equipamentos está sujeito.

b – Cada página tem também campos próprios para colocação do tempo dispendido na execução das tarefas por equipamento e as rubricas dos intervenientes no processo de inspecção.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	06	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	PD 048 – 081 – 00004
MNT		Folha 3 / 4

Designação: PROCESSAMENTO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS

Distribuição: CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

5.5 – Periodicidade

Para um dado equipamento com manutenção preventiva de nível I, existe uma lista de tarefas a executar diariamente e uma outra que é de execução semanal. A lista de tarefas a executar varia conforme o tipo e utilização do equipamento.

A periodicidade das manutenções preventivas de nível II, é definida pela prática da Manutenção, com base nas informações técnicas dos fabricantes (e no histórico de avarias) dos equipamentos, tendo como ponto de referência principal, a taxa de utilização do equipamento. Esta periodicidade é variável e é referenciada na aplicação SAP pelo número de semanas dos intervalos entre as inspecções.

5.6 – Alteração das periodicidades

Sempre que se julgue necessário, e tendo como base a taxa de utilização e o histórico de avarias, a chefia da Manutenção pode alterar as periodicidades das tarefas de qualquer um dos níveis de manutenção preventiva, com vista a uma melhor rentabilização do equipamento, sua durabilidade e optimização de recursos.

5.7 – Etiquetas de inspecção de manutenção preventiva de nível II

Todos os equipamentos passíveis de manutenção preventiva de nível II contêm uma etiqueta de inspecção com o a secção, código da máquina e as datas de execução e da próxima inspecção. Além disso o executante da manutenção preventiva deve rubricar a etiqueta em local apropriado aquando da execução da inspecção. Após a saída das listagens semanais das tarefas a executar nos equipamentos correspondentes, são emitidas as etiquetas de inspecção que serão afixadas do seguinte modo:

a – Equipamento pesado ou fixo: A etiqueta será afixada no corpo de equipamento, preferencialmente junto ao código, e/ou em local visível.

b – Instalações ou outros equipamentos: A etiqueta pode ser colocada em local apropriado indicado na respectiva listagem de manutenção preventiva.

5.8 – Inspecção (execução das manutenções preventivas de nível II)

a – Os colaboradores da Manutenção, munidos das listagens referidas no ponto 5.4, efectuam as inspecções conforme as directivas da chefia da Manutenção, anotando em documento próprio (CB114) qualquer anomalia constatada, para futuro tratamento.

b – Após a execução das inspecções, colocam-se as etiquetas nos locais referenciados no ponto 5.7, rubricando-se as listagens respectivas.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	06	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	PD 048 – 081 – 00004
MNT		Folha 4 / 4

Designação: **PROCESSAMENTO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS**

Distribuição: CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

c – A chefia ou colaborador do expediente de **MNT-Manutenção**, efectua a conclusão das inspecções, registando as intervenções efectuadas e arquivando as listagens em pasta apropriada.

5.9 – Responsabilidades

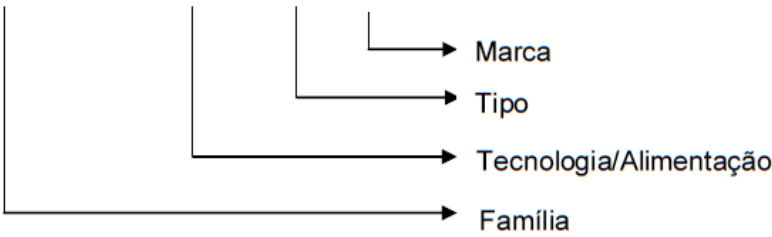
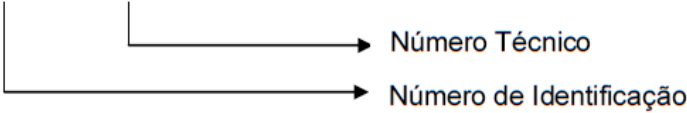
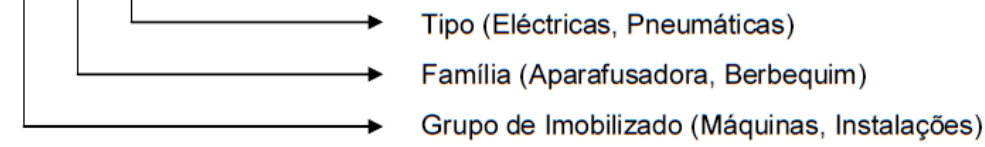
É responsabilidade da Manutenção a disponibilização das listas com as tarefas relativas à manutenção preventiva de nível I, nos equipamentos. A Manutenção é também responsável por, trimestralmente, verificar a realização destas tarefas e pela colocação de um calendário trimestral para os responsáveis pelas máquinas rubricarem, símbolo do cumprimento das tarefas. A Manutenção deve monitorizar estas tarefas ocasionalmente, com o objectivo de verificar se estas tarefas estão a ser verificadas e se o equipamento se apresenta em condições de trabalho.

É responsabilidade dos operadores, o cumprimento das tarefas de manutenção preventiva de nível I dos seus equipamentos.

5.10 – Introdução de Equipamento com Manutenção Preventiva

No caso de haver a necessidade de colocar um equipamento com manutenção preventiva de nível II, é necessário um estudo sobre a periodicidade e a data na qual irá começar a sair as manutenções preventivas para estes equipamentos, para que a carga semanal deste tipo de trabalho não sobrecarregue o departamento de Manutenção.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	06	P08.0

CB 048.1

ANEXO J: Procedimento de Trabalho – Gestão de Equipamentos

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	048-081-00014
MNT		Folha 1 / 11

Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

1. OBJECTIVO:

Definição dos procedimentos referentes à introdução e actualização das informações sobre equipamentos em uso na **CaetanoBus** a efectuar por **MNT-Manutenção**.

2. ÂMBITO:

O presente procedimento abrange as instalações e os equipamentos da **CaetanoBus** registados na aplicação informática SAP de **MNT-Manutenção**.

3. DEFINIÇÕES:

Equipamento – conjunto de componentes que operam para executar uma função específica.

Inventário – lista de equipamentos disponíveis para utilização no fabrico de produtos comercializados pela empresa.

SAP ERP – sistema integrado de gestão empresarial (ERP) transaccional, desenvolvido pela empresa alemã SAP AG, doravante designado apenas por SAP.

4. REFERÊNCIAS / DOCUMENTOS:

Anexo I - Mapa de Alteração de Imobilizado (Doc. CB086) – Documento a preencher por **MNT-Manutenção** aquando da alteração de informações relativas aos equipamentos.

5. METODOLOGIA:

5.1 – Suporte

Os equipamentos devem ser registados (e mantidos actualizados) na aplicação informática SAP de Manutenção existente em **MNT-Manutenção**.

5.2 – Registo no sistema

O registo das máquinas deve ser feito por **MNT-Manutenção**. Quando a equipa de manutenção dá entrada de um novo equipamento, este deve ser registado na aplicação SAP.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	[1] 048-081-00014
[2] MNT		[3] Folha 2 / 11

[4] Designação:

GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

[5] Distribuição:

CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

[6]

Em primeiro lugar, o registo deve ser feito na aplicação informática SAP, através da transacção “IE01” (Administração Objectos Técnicos -> Equipamento -> Criar (geral)). Este registo pode ser feito de duas formas:

a – a partir de um já existente – selecciona-se um equipamento similar ao que se pretende registar. O código desse equipamento deve ser introduzido no campo “Equipamento” da secção “Modelo”, na página inicial da transacção. Os campos ficam preenchidos com as informações relativas ao equipamento que seleccionamos.

b – de raiz – o registo do equipamento é feito com os campos todos em branco.

Em qualquer uma das alternativas escolhidas, o utilizador deve ter o cuidado de preencher todas as informações do equipamento. Para que tal aconteça, é imprescindível o auxílio do respectivo pedido de compra.

Na página “Geral”, devem-se preencher obrigatoriamente os campos:

- “Tipo de objecto” (deve assumir o valor “1000”)
- “GrpAutorizações” (deve assumir o valor “0001”)
- “Denominação”;
- “Em serv. desde” (data de entrada ao serviço);
- “Data aquisição”;
- “Valor aquis.” (valor da aquisição);
- “Fabricante” (fornecedor);
- “Denomin. tipo” (modelo);
- “Ano/mês constr.” (ano de fabrico do equipamento);
- “Nª série” (número de série do equipamento).

Na página “Localização”, devem ser de preenchimento obrigatório os campos:

- “Cen.localiz.” (deve assumir o valor “1000”);
- “Centro trabalho” (posto – sob a forma GXX.XX.X);
- “Campo ordenação” (deve-se colocar o pedido de compra).

Na página “Organização”, devem ser preenchidos os campos:

- “Empresa” (deve assumir o código “CBUS”);
- “Imobilizado” (deve-se averiguar se o equipamento faz parte do imobilizado através do pedido de compra);
- “Centro custo”;
- “Centro planej.” (deve assumir o valor “1000”);
- “Grp.plnj.PM” (deve assumir o valor “100”);
- “CenTrab respon.” (deve assumir o posto relativo à manutenção “G81.00.0 / 1000”)

[7] DATA	[8] ELABORAÇÃO	[9] APROVAÇÃO	[10] ALTERAÇÃO	[11] ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

Na página "Estrutura", deve ser introduzido o código de identificação técnica no campo "Nº ident.técn."

Depois de o equipamento ser devidamente registado na aplicação informática SAP, e de ser gerado um código do equipamento por esta, deve ser preenchido o anexo I (Mapa de Alteração de Imobilizado), especificando o tipo de transacção (adição neste caso) e preenchendo todas as informações que pelo mapa são requeridas. O original deste registo deve ser guardado pela Manutenção e uma cópia deve ser entregue à chefia da secção para onde se destina a máquina.

No caso do equipamento ser passível de manutenção preventiva deve ser criado um item de manutenção, com afectação da respectiva lista de tarefas.

5.3 – Alteração das informações

A actualização das informações deve ser feita com base nas informações fornecidas pelas chefias das secções encarregues pelos equipamentos à equipa de manutenção e também por chamadas de atenção pontuais da própria equipa, cada vez que detecte eventuais anomalias ou discrepâncias com o sistema, comunicando neste caso também às chefias correspondentes.

5.4 – Transferência de equipamento

Quando um equipamento muda de secção, esta transferência deve ser informada por email, à Manutenção. Esta emitirá um registo (anexo I – Mapa de Alteração de Imobilizado), exigindo uma rubrica dos chefes de secção intervenientes. O original deste registo é arquivado pela manutenção, sendo que uma cópia é fornecida a quem cede o equipamento e outra a quem fica doravante responsável pelo equipamento. Seguidamente, devem ser feitas as devidas alterações do registo do equipamento no SAP (nomeadamente do centro de custo e do posto correspondente).

No caso de uma secção não necessitar de determinado equipamento afecto a ela, deve efectuar a sua entrega na Manutenção. A transferência ocorre portanto no sentido chefia da secção em questão -> Manutenção, sendo que o registo (feito também através do anexo I) deve ser entregue à chefia correspondente (que entrega o equipamento), ficando o original também com a Manutenção. O registo do equipamento no SAP deve ser também actualizado.

Quando houver necessidade da manutenção transferir alguma das suas máquinas a uma outra secção, o processo deve ser o mesmo, desta vez no sentido manutenção -> chefia da secção em questão, com a respectiva emissão do registo e actualização do registo do equipamento no SAP. Finalmente, a manutenção deve entregar a máquina acompanhada de uma cópia do respectivo registo da transferência de imobilizado à chefia da secção que recepciona o equipamento em questão.

5.5 – Listagens

Uma lista actualizada dos equipamentos deve ser disponibilizada no espaço partilhado "G:\Departamentos\MNT\Equipamentos" por **MNT-Manutenção**. Esta lista é obtida directamente da aplicação SAP.

a – Periodicidade

MNT-Manutenção deve disponibilizar a lista actualizada numa base mensal. As chefias das secções, devem também consultar as listas disponibilizadas numa base mensal, procedendo a uma verificação/actualização das mesmas, relativamente aos equipamentos que lhe dizem respeito.

b – Forma das listagens

As listagens são emitidas de forma normalizada, com as informações necessárias para a consulta e possível alteração. Assim sendo, os campos presentes nas listas dispõem-se com a seguinte ordem: código da secção, código do posto, código do equipamento, denominação, modelo e número do objecto técnico. .

5.6 – Responsabilidades

É responsabilidade de cada chefia de secção manter controlo sobre os equipamentos que a ela estão afectados, podendo delegar esta responsabilidade às respectivas chefias de equipa (no caso dos equipamentos estarem afectados aos postos). Sempre que ocorra o empréstimo temporário de um equipamento, este deve ser registado pelos responsáveis para que haja um cadastro sempre actualizado relativamente à localização dos equipamentos. As chefias são também responsáveis por informar **MNT-Manutenção** sempre que hajam eventuais alterações de localização dos equipamentos.

Compete a **MNT-Manutenção** disponibilizar as listagens dos equipamentos numa base mensal e registar as alterações comunicadas pelos responsáveis dos equipamentos, mantendo os registos dos equipamentos sempre actualizados.

	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	[1] 048-081-00014
[2] MNT		[3] Folha 5 / 11

[4] Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

[5] Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

[6]

É responsabilidade de cada chefia de secção devolver todo e qualquer equipamento sem uso na sua secção a **MNT-Manutenção**. Quando qualquer secção requisita um equipamento, é responsabilidade de **MNT-Manutenção** verificar no seu stock de equipamentos se existe o equipamento pretendido, antes de proceder à sua compra.

5.7 – Identificação dos equipamentos

Quando um equipamento dá entrada na empresa, e depois de ser registado na aplicação SAP, é gerado um código de equipamento, código esse que deve ser embutido no próprio equipamento sob duas formas:

a – Equipamento sem manutenção preventiva – a identificação consiste apenas no código de equipamento marcado no mesmo.

b – Equipamento com manutenção preventiva – a identificação consiste numa etiqueta (geralmente colocada num porta-etiquetas embutido no próprio equipamento) gerada pelo sistema na data programada para a manutenção preventiva. Nesta etiqueta encontram-se o código da secção e do equipamento e as datas de execução da última e da próxima manutenção preventiva no equipamento.

5.8 – Descrição dos equipamentos

Para que a descrição dos equipamentos seja coerente e de fácil leitura, esta é criada obedecendo a uma norma. É constituída até um máximo de 4 indicações, de tal forma que a primeira corresponde à **família**, a segunda à **tecnologia**, a terceira ao **tipo** e a quarta à **marca**. Pretende-se que esta descrição seja a mais detalhada possível e, para o efeito, o equipamento deve ser registado com o máximo de indicações.

Ex.

Aparafusadora Pneumática 6mm Bosch

[7] DATA	[8] ELABORAÇÃO	[9] APROVAÇÃO	[10] ALTERAÇÃO	[11] ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	048-081-00014
MNT		Folha 6 / 11

Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

5.9 – Codificação

Para que os equipamentos e instalações sejam devidamente identificados, são-lhes atribuídos por **MNT-Manutenção**, um código que compreende um **número de identificação** (6 ou 8 dígitos) e um **número técnico** (3 pares de dígitos) que o agrupa em famílias.

Exemplo:

a – Número de Identificação

Para que os equipamentos sejam identificados distintamente uns dos outros, é gerado pelo sistema, de forma sequencial, um número de identificação, único para cada bem, composto por seis algarismos, iniciado no número 530 000.

Actualmente, na aplicação SAP da Manutenção, esta identificação é composta por oito dígitos iniciados no número 1000000.

b – Número Técnico

O Número Técnico é definido conforme as tabelas existentes no Apêndice (ver ponto 5.11) e tem como finalidade agrupar os diversos bens, conforme a sua função e afinidade.

É constituído por 6 algarismos, agrupados dois a dois de tal forma que o primeiro par é designado por **grupo de imobilizado,** o segundo por **família** e o terceiro por **tipo.**

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	048-081-00014
MNT		Folha 7 / 11

Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

5.10 – Abate de Equipamentos

Para que um equipamento seja abatido é condição necessária que o abate seja feito à secção onde este equipamento estava em utilização. Deve-se preencher o Mapa de Alteração de Imobilizado (Anexo I), definindo qual o tipo de abate e preenchendo este documento com todas as informações do equipamento necessárias. Este documento deve ser então enviado para a Contabilidade, que fará a verificação se o equipamento em questão foi já amortizado. A Contabilidade deve então confirmar, ou não, o abate. A decisão da Contabilidade deve ser comunicada à Manutenção e posteriormente à chefia à qual estava afectada a máquina. No caso de a máquina ter sido confirmada para abate, o documento original deve ser enviado para a Contabilidade, ficando uma cópia com a Manutenção e outra com a chefia da secção responsável. No fluxograma I encontra-se a sequência de acções neste tipo de procedimento.

5.11 – Casos especiais

Nesta secção faz-se referência aos equipamentos que, pelas suas características, necessitam de tratamento especial no que diz respeito à sua identificação e respectiva codificação.

a – Máquinas a Bateria – no caso dos equipamentos portáteis a bateria que têm duas baterias (uma para uso e outra de substituição), cada uma das baterias deve ser identificada como equipamento independente. Cada bateria vai ter portanto um código distinto e diferente do equipamento portátil. Neste equipamento deve ser visível os códigos das baterias que lhe diz respeito. No caso de uma das baterias ser substituída, esta identificação deverá ser actualizada.

5.12 – APÊNDICE

– Tabelas de Codificação do Numero Técnico

TIPO de IMOBILIZADO	Designação
21	Máquinas – Ferramentas
22	Equipamento de Monitorização e Medida (EMM)
23	Instalações e outros equipamentos relacionados

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	[1] 048-081-00014
[2] MNT		[3] Folha 8 / 11

[4] Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

[5] Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

[6]

FAMÍLIA	Designação
00	Geral – Em trânsito
01	Acopuladora
02	Aparafusadora
03	Aparafusadora Angular
04	Aparelho de Ar Condicionado
05	Aparelho de Corte por Plasma
06	Aparelho de Soldar
07	Aspirador
08	Balancim
09	Berbequim
10	Berbequim Angular
11	Bomba de Massa Consistente
12	Bomba de Cola
13	Bomba de Óleo
14	Bomba de Trasfega
15	Cabine de Desengorduramento
16	Cabine de Lavagem
17	Cabine de Lixagem
18	Cabine de Pintura
19	Caldeira
20	Carregador de Ar Condicionado
21	Carregador de Baterias
22	Compressor
23	Contador de Água
24	Cortadora
25	Curvadora
26	Desenrolador
27	Empilhador
28	Enrolador de Mangueira
29	Esmeril
30	Estação de Tratamento de Águas
31	Esticador
32	Etiquetadora
33	Fonte de Alimentação
34	Furadora Coluna
35	Garibaldi
36	Gerador

[7] DATA	[8] ELABORAÇÃO	[9] APROVAÇÃO	[10] ALTERAÇÃO	[11] ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	[1] 048-081-00014
[2] MNT		[3] Folha 9 / 11

[4] Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

[5] Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

[6]

FAMÍLIA	Designação
37	Grupo Oxiacetileno
38	Guilhotina
39	Insuflador
40	Lanterna
41	Linhas de Vida
42	Lixadora
43	Macaco
44	Macacos Elevadores (conjunto)
45	Manipulador de Vidros
46	Máquina de Lavar
47	Martelo Perfurador
48	Mesa de Lixagem
49	Monta-Cargas
50	Movimentador de Unidades
51	Niveladora
52	Perfiladora
53	Pistola de Cola
54	Plaina
55	Plataformas Elevatórias (conjunto)
56	Plataforma Elevatória - Carrinho
57	Plataforma Rolante
58	Polidora
59	Ponte Rolante
60	Porta Paletes
61	Portão
62	Prensa
63	Quinadora
64	Rebarbadora
65	Rebitadora
66	Reciclador
67	Rectificadora
68	Rede (Instalação)
69	Rede de Incêndio
70	Refrigerador
71	Reservatório de Cola
72	Reservatório de Gasóleo
73	Roedora

[7] DATA	[8] ELABORAÇÃO	[9] APROVAÇÃO	[10] ALTERAÇÃO	[11] ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	1 048-081-00014
2 **MNT**		3 Folha 10 / 11

4 Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

5 Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

6

FAMÍLIA	Designação
74	Roquete
75	Roscadora
76	Secador
77	Serra Circular
78	Serra Disco
79	Serra Fita
80	Serra Sabre
81	Serra Tico-Tico
82	Serrote Sabre
83	Tesoura
84	Tira-Mossas
85	
86	
87	
88	
89	
90	

TIPO	Designação
00	Sem especificação
01	Manuais
02	Baterias
03	Diesel
04	Eléctricas
05	Eléctricas de Alta-Frequência
06	Electro-Pneumáticas
07	Pneumáticas
08	Água
09	Gás
10	

7 DATA	8 ELABORAÇÃO	9 APROVAÇÃO	10 ALTERAÇÃO	11 ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1

CAETANOBUS	PROCEDIMENTO DE TRABALHO	048-081-00014
MNT		Folha 11 / 11

Designação:
GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

Distribuição:
CEO, PRD, ENG, QAS, LOG, PUR, PRE, CTR

FLUXOGRAMA I

ABATE DE EQUIPAMENTOS

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
24/05/2010	AC	MS	01	P08.0

CB 048.1